Beiträge

zur

vergleichenden Anatomie des Auges

von

Dr. Hans Virchow,
Assistenten am anatomischen Institute zu Würzburg.



Mit 21 Holzschnitten und 1 Tafel.

Berlin 1882.
Verlag von August Hirschwald.
N.W. Unter den Linden 68.

Einleitung.

Die vorliegende Arbeit beginnt bei dem Glaskörper der Säugethiere und endigt bei den am meisten differenzirten Theilen des Glaskörpers der Fische; sie nimmt ihren Anfang auf einem Felde, auf welches seit langem die Aufmerksamkeit nicht aufgehört hat sich zu richten, und gelangt zuletzt zu einem Gebiete, welches noch nie sehr eingehend durchforscht ist. Die Frage nach der Natur und nach den Leistungen des Glaskörpers ist der verbindende Gesichtspunkt; aber an alles, was dabei zur Sprache kommt, Flüssigkeit, Membranen, Gefässe, Zellen, knüpfen sich besondere Interessen, von denen manche der Histologie, vor allem soweit sie Histogenese ist, fern stehen. Es wäre jedoch nicht richtig, diese Verbindung verschiedener Betrachtungen gänzlich zu zerreissen, denn wenn auch jede Untersuchung für sich selbst einstehen muss, so gelangt sie doch nur dadurch zu einer vollkommenen Lösung, dass sie von allen anstossenden Untersuchungen beleuchtet und controlirt wird.

I.

Der Glaskörper der Säugethiere.

Es gibt über die Natur des Glaskörpers zwei sich widersprechende Meinungen, von denen nicht nur in den neu erscheinenden Arbeiten, sondern auch in den Lehrbüchern bald die eine, bald die andere vertreten wird. Nach der einen besteht der Glaskörper aus einer homogenen Masse, nach der andern aus einem Fachwerk von Häuten und einer darin eingeschlossenen Flüssigkeit. (Von Zellen, Fasern und Blutgefässen sehe ich vor der Hand ab, da sie nach Ort, Alter und Art verschieden sind.) Das heisst also in dem einen Falle: der eigenthümlich gallertige Zustand des Glaskörpers ist eine Eigenschaft der besonderen, aber einheitlichen, Glaskörpersubstanz, in dem andern: er ist das Produkt aus den Eigenschaften fester Häute und einer Flüssigkeit, die eben so leicht fliesst wie eine dünne Eiweisslösung. Das Letztere hebe ich ausdrücklich hervor, da bei dem fortgesetzten Für und Wider in dieser Frage sich eine Art Mittelpartei gebildet hat, die zwar von Häuten im Glaskörper spricht, aber doch die besondere Consistenz als grösstentheils der Substanz selber inhärent ansieht.

Auszüge aus der den Glaskörper betreffenden Literatur findet man an so vielen Stellen, dass ich nicht von neuem einen solchen zu geben nöthig habe; im Gegentheil will ich, was in den ausführlicheren Darstellungen ja nicht in dieser Weise geschehen kann, von denjenigen, welche eine Zusammensetzung des Glaskörpers aus Häuten und Flüssigkeit zu beweisen gesucht haben, nur auf Hannover*) Bezug nehmen, da er mit der zuverlässigsten Methode gearbeitet hat, und da seine Angaben auf sehr lange fortgesetzten, sorgfältigen Untersuchungen beruhen.

*) Hannover, Das Auge. Leipzig 1852.

Aber auch Hannover ist dem Einwande nicht entgangen, Kunstprodukte für wahre Strukturen angesehen zu haben. Und in der That, da solche nur mit Hülfe von Reagentien nachgewiesen werden können, und da jede Flüssigkeit nur Schicht um Schicht vom Glaskörper Besitz ergreifen kann, da die äusseren Lagen mithin zuerst betroffen werden, so bleibt es auf ewig discutirbar, dass sie, verändert, die Einwirkung auf die innere Masse beeinflussen. Indessen man würde doch Unrecht thun, wenn man die sehr bevorzugte Stellung des Hannover'schen Reagens verkennen wollte. Dünne Chromsäure schlägt nämlich in dem Glaskörper — wenigstens sichtbar — zunächst gar nichts nieder (späterhin freilich trifft man die gleichmässig grossen Körner, welche Hannover [Taf. II Fig. 26] abbildet.) Dieses Ausbleiben einer sichtbaren Gerinnung beruht nicht etwa auf irgend einem dunklen Einfluss im Innern des Glaskörpers, denn man kann aus einem solchen, nachdem er sich mit Chromsäure imprägnirt hat, eine Flüssigkeit auspressen, und man kann ebenso die aus einem unimprägnirten Glaskörper ausgedrückte Flüssigkeit mit dünner Chromsäure versetzen — in beiden Fällen hat man ein hellgelbes Fluidum, in dem man weder mit blossem Auge eine Trübung noch mit dem Mikroskop Niederschläge findet. Uebrigens verdient hier fast das unbewaffnete Auge den Vorzug (ich sage das nicht, um die Controle durch das Mikroskop auszuschliessen), da es, beispielsweise bei der Einwirkung von Pikrinsäure auf Glaskörperflüssigkeit, schon Trübungen wahrnimmt, wo man mit Vergrösserungen noch gar keine körperlichen Ausscheidungen bemerkt. Wenn man also den Glaskörper mit irgend welchen Reagentien behandeln will zum Zweck der Feststellung einer Struktur, so ist es eine ebenso naheliegende wie unerlässliche Forderung, einen Parallelversuch mit der aus ihm ausgepressten Flüssigkeit zu machen. Diese Controle ist auch mehrfach angestellt worden, aber in unklarer Weise. Vor allem geht es natürlich nicht an, wie Finkbeiner das gethan hat, nicht nur die Flüssigkeit, sondern auch die Häute in ihrem Verhalten gegen das Reagens prüfen zu wollen, denn die letzteren bleiben immer mit der Flüssigkeit benetzt, wenn man sie auch noch so sorgfältig von derselben zu befreien sucht und sie nicht nur auf dem Objektträger hin und her zieht*). Ueber-

*) Finkbeiner, Vergleichende Untersuchung der Struktur des Glaskörpers bei den Wirbelthieren. Ztschr. f. wissensch. Zool. VI. Bd. Leipzig 1855. S. 330.

diess kann man einen klaren Begriff von der Art des Niederschlages nur bekommen, wenn man ein grösseres Quantum der Flüssigkeit, etwa in einer Uhrschale, mit dem Reagens zusammenbringt — sei es, dass man die Glaskörperflüssigkeit in das Reagens tropfen lässt, sei es, dass man das Umgekehrte thut —, weil dadurch allein eine Aenderung der Concentration durch Verdunstung verhütet wird, und der Niederschlag sich frei ausdehnen kann. Die häutigen, wolkigen, geballten Niederschläge, wie sie durch die Einwirkung von Metallsalzen hervorgerufen werden, brauchen übrigens nicht beschrieben zu werden, da man ohnediess bei den Untersuchungen des Glaskörpers längst diejenigen Lösungen verlassen hat, die derartige Trübungen hervorrufen. Nur auf die Pikrinsäure muss ich hier Rücksicht nehmen, weil ich sie in der bekannten Mischung mit einigen Tropfen Schwefelsäure (Kleinenberg'sche Lösung) bei der Erhärtung von Embryonen angewendet habe. Dieses Reagens ruft in Glaskörperflüssigkeit des Ochsen eine sehr gleichmässige Trübung hervor, welche sich unter dem Mikroskop zusammengesetzt zeigt aus gleich grossen, runden, weichcontourirten Körnchen.

Um nun auf die Chromsäure zurückzukommen, so war bei meinen Versuchen die Farbe einer aus imprägnirtem, ungetrübtem Ochsenglaskörper ausgedrückten Flüssigkeit gleich der einer $^1/_{20}$ procentigen Chromsäurelösung. Die Grenze der Aufnahmefähigkeit ohne Trübung festzustellen ist jedoch nicht leicht, wenigstens nicht durch Versetzen, da entweder die Flüssigkeitsmenge stark vermehrt wird, also an Eiweiss relativ verarmt, oder eine concentrirte Chromsäure angewendet werden muss, bei der dann Trübung eintritt.

Nichts wäre also falscher, als wenn man auf die Methode von Hannover unbedingt das gerechte Misstrauen übertragen wollte, welches man gegenüber der Behandlung mit starken Lösungen von Metallsalzen u. s. w. hatte.

Mag nun aber auch die Wirkung der Chromsäure so schonend sein, wie sie wolle, mag die Lösung an der Grenze einer indifferenten Flüssigkeit stehen — einwirken muss sie, um schliesslich zu fixiren, und es ist nicht zu umgehen, dass die äusseren Schichten dabei zuerst an die Reihe kommen. Die concentrische Schichtung ist demnach der Kritik gegenüber nicht vor dem Verdachte zu schützen, Kunstprodukt zu sein.

Vor allem aber — und das hebe ich nun ganz entschieden her-

vor — ist die Kenntniss vom Baue des Glaskörpers, so wie wir sie durch Hannover und seine Nachfolger haben, nicht vollständig, sie kann es nicht sein, da sie die ganz einfachen grob sinnfälligen Erscheinungen, die oben geschildert sind, nicht erklärt. Denn gleiche nun der Glaskörper einer Zwiebel oder einer Apfelsine, und sei die Zahl seiner Fächer noch so gross, so muss doch ein einziger Scheerenschnitt, richtig geführt, genügen, um alle Wände zu trennen, die Flüssigkeit zu befreien und mit einem Schlage das künstliche Gebäude zu vernichten. Thatsächlich ist das aber nicht so, jedes Stückchen des Glaskörpers hat die Eigenschaften des Ganzen.

Ueberdiess hat die Darstellung von Hannover etwas Unbestimmtes dadurch, dass er öfters von einem „blättrigen“ Bau spricht, als wenn es sich nicht um eine, Flüssigkeit einschliessende, häutige Struktur, sondern um eine geschichtete, gleichartige Masse handele. Auch wirken seine Angaben dadurch weniger überzeugend, dass der Bau des menschlichen Glaskörpers so gründlich von dem des thierischen abweichen soll, während doch die umgebenden Verhältnisse so übereinstimmend sind, und es vermindert nicht das Auffällige dieser Erscheinung, dass gerade der Seehund dem Menschen zur Seite steht.

Die bis jetzt bekannten Strukturen sind also nur etwas, vielleicht das Gröbere; und dasjenige, was vorhanden sein muss, wofern wirklich der Glaskörper ein Gemisch von festen und flüssigen Theilen ist, sind noch andere den ersten parallele Häute und vor allem Querwände. Solche hat auch Hannover gesehen, beim Pferde und Dorsch und vielleicht beim Hecht. Aber die Unvollständigkeit und Unsicherheit, mit der diese Angaben eingeführt werden, ein so schönes Zeugniss für die Gewissenhaftigkeit des Forschers, hat vielleicht der Schätzung der Wichtigkeit dieses Umstandes geschadet. Vor allen Dingen aber hat derjenige Autor, welcher bald nach Hannover dieselbe Frage verfolgte (Finkbeiner), die ganze Lehre, ohne es zu wollen, recht unwahrscheinlich gemacht, indem er die Zahl der Häute bei Säugethieren auf ein sehr bescheidenes Maass und bei Fischen auf Null heruntersetzte.

So kam es, dass sich eine Mittelpartei ausbildete. Denn da die entgegenstehenden Ansichten mit so grosser Entschiedenheit und Consequenz vertreten wurden, und da die Gründe, welche jede von beiden herbeibrachte, so überzeugender Natur waren, so konnte es ja wohl nicht anders sein, sie mussten beide Recht haben. Es sollte nun

Häute geben, aber in den Zwischenräumen eine schleimhaltende Flüssigkeit, oder es sollte doch wenigstens eine Schichtung vorhanden sein, wenn auch keine Häute. — Der Satz, dass die Wahrheit in der Mitte liege, hat sich in der Wissenschaft zuweilen bestätigt. Hier war er gar nicht anwendbar. Theoretisch war er überflüssig, wenigstens soweit es darauf ankam, die eigenthümliche Consistenz zu erklären, denn wenn man Schleim hatte, so brauchte man keine Häute mehr, hatte man Häute, keinen Schleim. Und was den empirischen Nachweis angeht, so hätten die Vermittler nun die Aufgabe gehabt, sowohl den Schleim als die Häute zu beweisen, von denen schon für sich keines unbedingte Anerkennung hatte erringen können.

Wie bei allen Anschauungen, die etwas Unbestimmtes haben, ist es auch hier nicht leicht zu sagen, wer eigentlich diese Modification der Lehre aufgebracht hat. Sie findet sich aber in der neueren Zeit vielfach in den Beschreibungen. Hannover selbst ist daran, dass die Schärfe der Vorstellung verloren ging, wesentlich betheiligt, denn er spricht von der Flüssigkeit niemals in klaren Ausdrücken, und während er jahrelang eine peinliche Mühe auf die Erforschung der feinsten Strukturen verwendete, ist es ihm vielleicht niemals eingefallen, sich um die Eigenschaften der frischen Flüssigkeit des Glaskörpers zu bekümmern. Die Behandlung mit Reagentien, welche die Beschaffenheit der letzteren veränderten, hat also diejenigen, welche einen zusammengesetzten Bau des Glaskörpers annahmen, dahin gebracht, die Flüssigkeit selber für gallertig anzusehen; und umgekehrt mögen diejenigen, welche die Lehre annahmen, dass der Glaskörper ein Schleimgewebe sei, dadurch, dass in manchen Schleimgeweben wie dem des Nabelstranges, ausser dem Schleim noch ein areoläres Gewebe gefunden war*), verleitet worden sein, dies auf dem Wege der Analogie auf den Glaskörper auszudehnen.

Nur die Chemie**) vertrat den alten Standpunkt im Sinne von Zinn. Sie begann, der Natur ihrer Untersuchung nach, damit, auf mechanischem Wege zu trennen, durch Zerschneiden, Pressen, Fil-

---

*) R. Virchow, Verhandl. der phys.-med. Gesellsch. in Würzburg. II Bd. 1852. S. 160.

**) Lohmeyer, Beiträge zur Histologie und Aetiologie der erworbenen Linsenstaare. Ztschr. f. rationelle Medicin. Neue Folge. V. Bd. 1854. S. 56. — Cahn, Zur physiol. u. pathol. Chemie des Auges. Inaug.-Dissert. Strassburg 1881.

triren; und sie sprach sich dahin aus, dass weder im Glaskörper noch in der Glaskörperflüssigkeit*) Schleim vorhanden sei.

Wenn ich nun dem Vielen, was über diesen Gegenstand schon gesagt worden ist, noch mehr hinzufüge, so sehe ich mich vor die Frage gestellt, ob es denn noch etwas Neues geben könne. Es kommt indessen zunächst nicht darauf an, etwas Neues, sondern etwas Gewisses zu haben. Denn die Physiologie, und nicht sie allein, hat nicht sowohl ein Interesse, sehr umfassende als vielmehr absolut klare und absolut sichere Kenntnisse vom anatomischen Bau des Glaskörpers zu haben. Und gerade die Bemerkung, die sich angesichts der ausgedehnten Literatur dieses Gegenstandes aufdrängt: dass so subtile Untersuchungen nicht zu anerkannten Resultaten geführt haben, entschuldigt es, wenn man auf das Feinere vor der Hand verzichtend, das Allereinfachste von Neuem vornimmt.

Hat man den Glaskörper eines Ochsenauges freigelegt, so fliesst beständig eine dünne Flüssigkeit von der Oberfläche desselben ab, ja man muss schon die Flüssigkeit, welche nach dem Spalten der Chorioides aus der unverletzten Netzhaut austritt, auf den Glaskörper beziehen, denn sie ist zu reichlich, um aus der Retina allein stammen zu können. Auch erklärt sich das sehr gut, denn man sieht deutlich, wie die Chorioides, so lange sie noch nicht völlig entfernt ist, einen starken Druck auf die noch von ihr bedeckten Theile ausübt. Trotz dieses Verlustes bewahrt der Glaskörper eine gewölbte Oberfläche, wenn er auch in seiner ganzen Masse gleichmässig zusammensinkt und sich dadurch abplattet. Von einem Gefäss in ein anderes gefüllt, fliesst er nicht, sondern fällt. Thut man ihn in eine Schaale und bearbeitet ihn fortgesetzt mit Scheerenschnitten, so wird er immer mehr flüssig, es tritt, so zu sagen, eine „künstliche Verflüssigung“ ein. Füllt man diese Masse auf ein Filter, so geht eine Flüssigkeit durch, völlig gleich der ersterwähnten, und es bleibt zuletzt ein geringer häutiger Rest. Taucht man einen Stab oder Finger in die durchgelaufene Flüssigkeit und erhebt ihn langsam, so lässt sich die letztere so weit ziehen, wie eine Eiweisslösung; der unzerstörte Glaskörper (des Ochsenauges) dagegen netzt nur leicht den

*) Da die Klarheit einer Anschauung sehr abhängig ist von Worten, so wäre zu wünschen, dass die Ausdrücke „Feuchtigkeit“ des Glaskörpers und der vorderen Augenkammer verschwänden.

Finger, ohne in einem Faden mit gehoben zu werden. Die Filtration in der angegebenen Weise entspricht dem Verfahren des Chemikers und ist bei den Analysen des Glaskörpers angewendet worden. Hier aber, wo es auf ganz andere Dinge ankommt, ist sie in 2 Punkten zu modificiren: anstatt eines Filters nehme man Gaze, gewöhnliche Gaze, wie sie für Schleier verwendet wird — auf die Weite der Maschen kommt es nicht an — und man presse den Glaskörper möglichst schnell durch diese Gaze hindurch. Um nicht Theile der Zonula ciliaris oder gar der Linsenkapsel mitzubekommen, verwende man nur die hintere Hälfte des Glaskörpers. Der Vorgang des Durchpressens selber sagt viel: die Flüssigkeit läuft anfangs schnell, gegen Ende langsam ab, ohne doch dabei dicker zu werden. Man dreht zuletzt den Lappen zusammen, um die Flüssigkeit so sehr wie möglich abzudrücken, streift ihn mit einem Tuch oder mit Fliesspapier aussen trocken, und man hat ohne Frage, wenn noch ein fester Theil in dem Lappen steckt, ihn gehörig maltraitirt. Trotzdem gelingt es meistens, wenn man nun den Lappen wieder auseinanderdreht und entfaltet, den häutigen Theil des Glaskörpers sogar in einem Stücke, welches freilich vielfach eingerissen sein mag, zu erhalten. Es spannt sich nämlich auf der Innenseite der auseinandergelegten Gaze ein wasserhelles, spiegelndes Häutchen aus, gerade so wasserhell und spiegelnd (nicht schillernd) wie eine Seifenblase, aber zäh, so dass man es von der Unterlage, der es so fest angedrückt ist, abziehen kann. Freilich lässt sich die Ablösung ohne Zerreissung nur unter Wasser machen, und dabei quillt die Haut wieder etwas auf. An die letztere kann man in derselben brüsken Art, wie man die Filtration ausgeführt hat, Fäden binden, sie aufhängen und beschweren. Die häutige Masse aus der hinteren Hälfte eines Ochsenglaskörpers trug in dem einzigen Versuche dieser Art, den ich gemacht habe, eine chirurgische Schieberpincette (18 gr.). Nach dem Anhängen derselben wurde die häutige Masse in die Länge gezogen und dementsprechend in der Dicke beschränkt, so dass der Rest von Flüssigkeit schnell hervortrat, und nach 4 Stunden, während deren die Pincette hängen blieb, war die Haut in einen trockenen sehr biegsamen Faden verwandelt Ich habe es sowohl für überflüssig wie für werthlos gehalten, diese Versuche fortzusetzen, denn auf der einen Seite ist für denjenigen, welcher den Glaskörper geschnitten und gepresst hat, das Belastungsexperiment zwar demonstrativ, aber

nicht nöthig, auf der andern sind zu viele Theile zerrissen, die Richtung der Zugkraft der natürlichen Lage zu widersprechend, als dass man von einer Bestimmung der Grösse der Tragkraft Vortheil hätte.

Die Flüssigkeit, welche man erhalten hat, geht leicht durch ein Filter von Fliesspapier, ohne auf demselben einen Rückstand zu hinterlassen.

In ein helles Licht wird dieser Vorgang gerückt durch den gleichen Versuch mit zwei anderen Massen, mit Hühnereiweiss und mit Schleim. Hühnereiweiss ist scheinbar dem Glaskörper ähnlich, da es sich oft geschichtet zeigt, und diejenigen, welche die Einbettungsmasse nach Calberla hergestellt haben, wissen, wie lange man es schneiden muss, bis es eine schlanke Flüssigkeit wird. Aber ungeschnittenes Eiweiss verhält sich in zwei wichtigen Punkten beim Durchpressen durch Gaze ganz anders wie Glaskörper: es ist nach dem ersten Durchpressen noch klumpig, wenn auch nicht mehr stark, und es hinterlässt nichts von differenter Bildung. Schleim aber von einem Rachenkatarrh lässt sich durch Gaze drücken und ist nachher dasselbe, was er war, ohne dass eine Haut zurückbliebe.

Ich habe diese Bemerkungen, an denen ja nichts wesentlich neu ist, soweit ausgedehnt, weil es absolut nothwendig ist, dass dieser erste Schritt in der Beurtheilung des Glaskörpers allgemein gemacht werde. Wenn durch Scheerenschnitte die Consistenz einer Masse verändert wird, wenn sich die Masse durch ein nur mechanisches Mittel in eine Flüssigkeit und einen Rückstand trennen lässt, und dieser Rückstand ein Gewicht gleich dem Vielfachen seiner selbst trägt, dann gibt es nur den einen Schluss, dass die ursprüngliche Masse aus zwei Substanzen zusammengesetzt gewesen sei, aus einer festen und einer flüssigen.

Dass man gequollene Körper gleichfalls als ein Fachwerk ansehe mit eingeschlossener Flüssigkeit, ist eine Annahme, welche die Physik gelten lässt; ob nur als Hülfsmittel der Vorstellung, oder als etwas Beweisbares — weil Nothwendiges — weiss ich nicht. Aber es handelt sich dabei um molekulare Strukturen. Eine Struktur aber, die sich mit der Scheere zerstören lässt, kann nicht molekular sein; und wenn wir sie nicht sehen, so hat das einen andern Grund wie ihre Feinheit, nämlich den, dass die festen Theile und die Flüssigkeit gleiches Lichtbrechungsvermögen haben.

Ich habe den Versuch mit dem Durchpressen des Glaskörpers

oft wiederholt; nicht als wenn es in seinem Ergebniss irgend etwas Schwankendes gäbe. Er ist absolut einfach und absolut zuverlässig, ebenso wie die Verflüssigung durch Zerschneiden. Aber einer so starken und einer auf so viele Gründe gestützten entgegenstehenden Meinung gegenüber begann ich immer wieder an dem Zeugniss der Sinne und an der Nothwendigkeit des Schlusses zu zweifeln. Diese bescheidenen physikalischen Versuche, wenn man sie so nennen will, die freilich nur als der Anfang einer auf die mechanischen Verhältnisse des Glaskörpers gerichteten Untersuchung angesehen werden können, verbunden mit der chemischen Analyse, sind das einzige sichere Fundament unserer Kenntniss vom Baue des Glaskörpers, und es hiesse ihre Klarheit verdunkeln und ihre Kraft schwächen, wenn man sie durch irgend welche mit Hülfe von Reagentien gewonnenen Beweise stützen wollte.

Da man die beiden Bestandtheile des Glaskörpers von einander trennen kann, so ist der nächste Schritt, sie getrennt zu untersuchen, chemisch, physikalisch und mikroskopisch. Bei der mikroskopischen Prüfung der festen Bestandtheile in diesem Zustande des Zusammengedrücktseins ist wenig Gutes zu erwarten. Man findet Zellen, aber man weiss nicht woher sie stammen, man findet Fasern, aber man weiss nicht, ob es nicht Kunstprodukte seien.

Wenn man nämlich berücksichtigt, dass hier hunderte von Häuten auf einander liegen, nicht nur parallele sondern quere Wände, vielfach geknickt und gefaltet, so kann man gar nicht bezweifeln, dass dadurch Kunstprodukte in der ausgedehntesten Weise entstehen. Die meisten dieser Membranen sind so fein, dass selbst ihre Falten nicht sichtbar werden, und bei anderen sind es ganz zarte, eben sichtbare Linien. Dasselbe gilt, wenn man abgeschnittene, nicht ausgepresste Stücke des Glaskörpers untersucht, denn durch das Ausbreiten und die Belastung mit einem Deckglase wird der natürliche Zustand verändert. Ich habe oft gefunden, dass solche scheinbaren Fasern nicht auf Zusatz von Essigsäure verschwanden. Aber selbst, wenn sie es thäten, würde mir das nichts beweisen. Ein Aufquellen des Präparates durch irgend welche Flüssigkeit kann dahin führen, eine Falte zu verschieben oder aufzuheben und die Trugfaser zu beseitigen. Ich bezweifle nicht, selbst in solchen Präparaten wirkliche Fasern gesehen zu haben, aber es ist unmöglich, bei dieser Art der Untersuchung

eine endgültige Entscheidung zu treffen, wie weit man Fasern, wie weit man Falten vor sich habe. Soweit die sichtbaren „Fasern“.

Wenn man aber den Glaskörper als ein „Fasernetz“ schildern hört, so sind es zuweilen garnicht diese sichtbaren „Fasern“, von denen dabei geredet wird, sondern gedachte, hypothetische. Auf sie wird geschlossen aus dem Umstande, dass aus dem unverletzten Glaskörper Flüssigkeit abfliesst. Dies war ja schon für die älteren Anatomen ein Gegenstand des Nachdenkens. Sie erörterten im Anschlusse daran die Frage, ob die Häute des Glaskörpers Löcher hätten, und Hannover hat diesen Gedanken wieder aufgenommen. Das „Fasernetz“ ist nur eine Modikation dieses durchlöcherten Fachwerkes. Hierüber lässt sich nun weiter nichts sagen, als dass wir das Austreten von Flüssigkeit sehen. Ob es aber durch geschlossene Häute oder durch Löcher oder zwischen Fasern geschehe, davon wissen wir bis hierher nichts.

Sicher hätte man diesen Häuten mehr Aufmerksamkeit geschenkt, wenn sie für irgend einen Zweig der Physiologie eine concrete Bedeutung bekommen hätten. Aber für die Optik sind sie gleichgültig, und in den Untersuchungen, welche sich mit dem Flüssigkeitswechsel im Auge beschäftigen, ist es schwer, zu einer Unterscheidung zu kommen, ob es sich um reine Transsudation und Filtration, oder um eine Beimischung von Osmose handele. Aber man kann diese Häute auch in einem ganz andern Sinne betrachten, nämlich in dem einer mechanischen Einrichtung. Ihre Festigkeit hat sich bei dem Belastungsversuche gezeigt, und ihre Anordnung muss in diesem Zusammenhange von grosser Bedeutung werden.

Mit dem Interesse der Gewebelehre, sie überhaupt sicherzustellen, verbindet sich also das zweite, eine Structur kennen zu lernen, welche für die Festigkeit im Innern des Auges von Wichtigkeit ist. Dafür sind meiner Meinung nach die Untersuchungen von Hannover die bleibende Grundlage, und es kommt darauf an, das Gebäude zu vervollständigen. Dazu möchte ich hier einen Beitrag liefern.

Das Objekt für die folgenden Bemerkungen sind Schnitte durch Köpfe von Embryonen der glatten Natter (Coronella laevis), theils sagittale, annähernd parallel dem Augenäquator, theils frontale, annähernd parallel der Achse. Die Embryonen massen 4 Ctm., ihre Köpfe 5 Mm., die Augen 1,5 Mm. Diese Embryonen sind mit der Kleinenberg'schen Mischung behandelt worden, die Köpfe trocken in

Paraffin geschnitten, und das Paraffin unter dem Deckglase ausgezogen. Alles, was man unmittelbar nach dem Zusatze von Damarlack sehen konnte, hat sich bis jetzt, in 9 Monaten erhalten, während sich die Structuren, die man im Glaskörper von grossen Ringelnattern sah, deren Augen 24 Stunden mit schwacher Chromsäure und dann mit Alkohol behandelt und in der gleichen Weise geschnitten und eingelegt waren, jetzt nicht mehr finden. Es liegt darin natürlich noch kein Hinweis, welche Art von Präparaten unmittelbar nach der Anfertigung dem natürlichen Aussehen ähnlicher gewesen sei. Von der Papille des Sehnerven streckt sich in das Innere des Auges ein Zapfen, der bei grossen Thieren (Coronella und Coluber) nicht mehr zu treffen ist, dem Gebilde im Auge von Eidechsen und Blindschleichen, welches man unpassend Pecten genannt hat in Analogie mit einem Theil im Auge der Vögel, gewiss homolog und dem Strange, den man bei Säugethieren im Anfange des Cloquet'schen Kanales zuweilen findet oder dem Cloquet'schen Kanale selber wenigstens vergleichbar.

Dieser Zapfen ist nicht nur eine Stütze für die Häute des Glaskörpers, sondern er wirft auch Licht auf die Natur der letzteren. Auf Querschnitten stellt sich derselbe dar als begrenzt von einem soliden Ringe, durchzogen von feinen Linien, zwischen denen man Kerne, meistens von runder Gestalt, seltener elliptisch und langgestreckt, zuweilen Blutkörper antrifft; auf Längsschnitten sieht man die Kerne langgestreckt, aber die übrigen Theile nicht scharf von einander abgegrenzt; und wenn es schon auf Querschnitten nicht möglich ist, die Zellen deutlich von anderen Theilen zu trennen, so wäre es bei einer ausschliesslichen Verwendung von Längsschnitten sogar unmöglich, eine sichere Vorstellung von der Structur zu bekommen. Es ist also nicht ein solider Zapfen, sondern ein Schlauch oder ein Rohr, ausgefüllt von einem Dinge, welches entweder ein Fasernetz oder ein Fachwerk ist. Letzteres lasse ich unentschieden, obwohl die Analogie mit dem Glaskörper dafür sprechen würde, dass man Membranen und nicht Fasern vor sich habe. Ebenso kann ich keine bestimmte Meinung aufstellen, ob die Kerne, die man hier trifft, Zellen angehören, welche den Fasern oder Häuten aufliegen, oder ob die letzteren an den Stellen, wo man Kerne sieht, anschwellen, die Kerne einschliessen und so selber die Zellenleiber darstellen. Endlich stehe ich auch davon ab, zu entscheiden, welche von den Lücken Gefäss-

lumina, und welche von ihnen anderswerthige Interstitia seien. Die Frage nach Gefässen ist oft weit schwerer zu beantworten, wie man denkt, besonders bei Kaltblütern. Die Wand der Glaskörpervene, z. B. bei Schlangen, einer Vene, welche das gesammte Blut aus einem sehr reichen Gefässnetze zurückführt, zeigt sich, wenn sie genau senkrecht durchschnitten ist, nur als eine feine Linie, besetzt aussen und innen mit flachen Zellen, von welchen man nur schwer etwas mehr als die sehr glatten Kerne sieht. Es gibt daher auch keine allgemeingültige, histologische Definition für Kapillaren. Was den vorliegenden Fall betrifft, so kann man zwar zuweilen Lumina mit Blutkörpern antreffen, aber das ist streng genommen noch nicht einmal ein Beweis, dass man Querschnitte von Gefässen vor sich habe, noch weniger aber darf man natürlich den entgegengesetzten Schluss machen. Wenn ich mich bei dem abgebildeten Präparate (Fig. 1 der Tafel) vom Gefühle leiten lassen dürfte, so würde ich die mit v und v′ bezeichneten Lücken für Gefässquerschnitte erklären, von denen v′ zwei Blutkörperchen einschloss, die in der Zeichnung nicht wiedergegeben sind. Diese Lumina sind dadurch ausgezeichnet, dass in ihrer Wand besonders reichlich Kerne angetroffen werden. Wenn man also aus dem Rohr die Gefässe und die Zellen ihrer Wand fortnimmt, dann stellt sich freilich das Bild des Innenraumes ganz anders dar, der Umgebung weit ähnlicher.

Diese Gebilde konnten hier nicht ganz unbesprochen bleiben, da sie, völlig unklar gelassen, ihre Unklarheit auch der Beschreibung der anstossenden Bildungen mitgetheilt haben würden. Eine selbstständige Beachtung können sie aber an dieser Stelle nicht beanspruchen, wo es vielmehr auf die Wand des Rohres, und das, was sich nach aussen daranschliesst, ankommt.

In der Wand findet sich weder eine Differenzirung noch eine Unterbrechung; sie ist homogen. Sie hat sich mit Karmin ebenso gut gefärbt wie die Kerne. Um bei dem abgebildeten Querschnitte zu bleiben, so umgibt der Ring in gleicher Stärke den Innenraum, nur lokale Abänderungen erfährt er durch herantretende Linien, besonders aussen, und durch angelagerte Zellen, auf der Figur zwei, von denen man jedoch nur die Kerne deutlich, die Begrenzung der Leiber unbestimmt sieht. Diese beiden Zellen sind sehr bemerkenswerth placirt: sie sind in die Aussenseite der Wand so zu sagen eingenistet, stecken in Lacunen. An der Innenseite trifft man mehrfach blassere, fast

gar nicht mit Karmin gefärbte Wölbungen, aber nur an solchen Stellen, wo Kerne liegen, ich glaube, die zu letzteren gehörige Zellenkörper.

Angesichts des geschilderten Baues wird man den Zapfen im Auge der Embryonen von Coronella dem ganzen Cloquet'schen Kanale mitsammt dem in ihm steckenden Strange vergleichen. Wie weit die Uebereinstimmung gehe mit dem Zapfen im Auge von Eidechsen und Blindschleichen, wird sich erst sagen lassen, wenn man diesen genau untersucht haben wird. Die Pigmentirung des letzteren wird bei dieser Vergleichung jedenfalls gar keine Rolle spielen, ebenso wie es für die vergleichende Betrachtung des sogenannten „sichelförmigen Fortsatzes" im Auge der Fische unwesentlich ist, ob derselbe Pigment führe oder nicht.

An die Aussenseite des Rohres im Glaskörper der Embryonen von Coronella setzen sich Wände oder Platten an, oder besser: sie gehen von hier ab, denn sie sind die direkte Fortsetzung der Hülle des Kanales selber. Es giebt hier keine Grenzen; sie entwickeln sich mit dickeren aber schnell verschmälerten Enden. Dass es sich um Wände oder Platten, nicht um Fasern oder Balken handele, erkennt man für die grösseren sehr leicht daran, dass man sie an aufeinander folgenden Schnitten in gleicher Weise trifft, für viele der feineren, aber nicht für alle, daran, dass man beim Heben und Senken des Tubus an ihren Flächen entlang sehen kann. Der Umstand, dass sie meistens mehr oder weniger schief zur Schnittrichtung stehen, macht es unmöglich, ihre Dicke scharf zu bestimmen, und ruft oft den Anschein von unregelmässigen Anschwellungen hervor. Aus diesen Unregelmässigkeiten, welche in den mir vorliegenden Präparaten dadurch vermehrt sind, dass der Glaskörper sich auf etwa die Hälfte des ihm zukommenden Raumes zusammengezogen hat und dementsprechend seine Häute leicht gefaltet sind, entsteht ein Bild, wie man es leicht hervorrufen kann, wenn man heisses Glas in Wasser taucht.

Die Linien, welche man auf mikroskopischen Präparaten sieht, stehen untereinander in Verbindung, und wenn man daraus die plastischen Verhältnisse construirt, so heisst das: die Häute bilden ein Fachwerk.

Die Linien sind mit feinen Körnchen besetzt (nach der Behandlung mit Kleinenbergscher Mischung und Alkokol), welche relativ um so mehr Eindruck machen, je feiner die Linien selber sind, ebenso

wie an staubigen Spinnenfäden die Fäden selber oft am wenigsten auffallen.

Die Linien sind von verschiedener Dicke, und indem sie sich verzweigen, nehmen sie ab; an die Wand des Kanales setzen sich aber nicht allein starke, sondern auch solche der feinsten Sorte.

Uebrigens ist es nicht möglich, mit starken Vergrösserungen an ihnen etwas im Wesen anderes zu sehen, als mit schwachen. Die feineren von ihnen zeigen sich bei einer Beobachtung durch Immersionssystem je nach der Einstellung entweder als eine schwarze Linie, oder als ein heller Strich. Bei seitlicher Beleuchtung von rechts und links ist der Schatten bald auf der einen bald auf der andern Seite tiefer. Und endlich findet man auch bei dieser Vergrösserung noch ganz feine, kaum wahrnehmbare Linien.

Es gibt im Vorstehenden mehrere Punkte, an welche die Kritik anknüpfen kann; und überdies fragt es sich, ob man das, was man bei Embryonen sieht, auf Erwachsene, das, was man bei Schlangen findet, auf Säugethiere übertragen dürfe. Vor Allem aber ist es nicht gesagt, dass, wenn auch ein Theil dieser Linien Querschnitten durch Häute entspricht, nicht daneben die Frage offen bleibe, ob ausser den letzteren noch Fasern vorkommen.

Die ganz feinen Linien unterscheiden sich in nichts von denjenigen, welche durch die Einwirkung von Reagentien auf Schleim hervorgerufen werden, wie man sie beispielsweise an Schnitten durch Magenschleimhaut innerhalb der Drüsenlumina und auf der Oberfläche finden kann.

II.

Ueber den Glaskörper der Fische.

Man hat häufig aus der Anatomie der Thiere Vortheil gezogen, indem man daselbst die Sachen zuerst deutlich sah und sie hernach auch beim Menschen fand. Einen solchen Nutzen hat der Glaskörper der Fische bis jetzt nicht gestiftet. Vielmehr sind über ihn selbst diejenigen, welche bei Säugethieren und Vögeln einen geschichteten Bau gefunden haben, uneins geworden, denn Hannover glaubt an einen solchen auch hier, Finkbeiner dagegen nicht.

Das Wichtigste würde auch hier sein, zunächst zu versuchen, auf mechanischem Wege Häute und Flüssigkeit zu trennen und sie zu analysiren.

Man kann bei Fischen ebenso wie bei Säugethieren den Glaskörper von hinten her freipräpariren; angeschnitten quillt er jedoch leichter hervor und ist, wie Rosenthal sagt, „fluider" als in den Augen der höhern Thiere*). Diese Masse ist zäh und fadenziehend. Man kann, wenn man will, daraus Schlüsse machen für Häute und Flüssigkeit, aber man wird vorziehen, diese Schlüsse nur zu verwerthen als Fingerzeige auf dem Wege der Untersuchungen**).

Es ist leicht, nach längerer Einwirkung von Chromsäure, Müllerscher Flüssigkeit und auch von Alkohol vom Glaskörper der Fische parallel seiner Oberfläche Schichten abzuziehen. Jedoch gelingt dies, wenn man ganz dünne Lagen haben will, nur in Fetzen, und da gegen den Werth dieser Thatsache derselbe Einwand erhoben werden kann, wie oben, so muss man es der Zeit resp. besseren Methoden überlassen, hier das letzte Wort zu sprechen.

---

*) Rosenthal, Zergliederung des Fischauges. Arch f d Phys. von Reil und Autenrieth. X Bd. 3. Hft. 1811. p. 407.

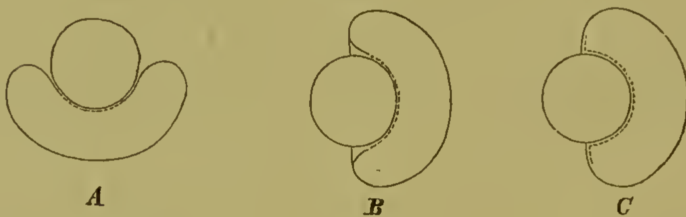
**) Schleim im Glaskörper der Fische giebt Schwalbe an.

Dieses Abziehen oder, wenn man will, Abblättern von Schichten hat aber sein Ende vorn*).

Ich muss hier eine Bemerkung über die Form des Glaskörpers der Fische einschieben. Es hängt mit anderen Einrichtungen zusammen, dass der letztere nicht die Gestalt des Glaskörpers höherer Wirbelthiere hat, sondern dass er hinten sich schwach wölbt, hinter der Iris aber eine starke Biegung macht (Fig. 1 A). Dieser vordere Theil wird wegen seiner Gestalt von Manz sehr treffend „Glaskörperwall“ genannt, und da ich in der vorliegenden Arbeit öfter auf ihn zurückkommen muss, so werde ich mich dieser Bezeichnung bedienen.

Hat man nun also das Abblättern der Schichten des Glaskörpers langsam und schonend bis hierhin fortgesetzt — am besten spaltet man ihn zuerst von der Gegend der Papille an durch mehrere radiäre Schnitte —, so hört hier jede weitere Trennung auf, und an der

Fig. 1.



oberen Seite des „Glaskörperwalles“ gehen alle Schichten (ob dieselben künstlich hervorgerufen oder vorgebildet seien, ist für jetzt gleich) in eine zusammenhängende Masse über, so dass man sie mit der Scheere abschneiden muss, wenn man sie entfernen will. Hannover sagt von diesen Blättern beim Dorsch: Sie enden alle auf der Ora serrata und heften sich in dem Winkel, den die Iris mit der Chorioidea bildet, u. s. w. (l. c. S. 44). Aber die Abbildung, die er gibt (Taf. I, Fig. 11), passt nicht genau zu der Beschreibung, indem die Schichten wenig convergirend bis vorn fortgeführt sind.

Fig. 1. Glaskörper und Linse aus dem Fischauge, schematisch. — A ohne Befestigungsapparat, wie man es bekommen kann z. B. bei einem horizontalen Schnitte durch das Auge eines Karpfens. — B und C mit Befestigungsapparat. B stellt die Möglichkeit dar, dass ein offener Kanal zwischen Linse, „Glaskörperwall“ und Befestigungsapparat, C dass nur ein idealer Spalt an dieser Stelle sei.

*) Ich behalte die Bezeichnungen „vorn“ und „hinten“, wie man sie aus der menschlichen Anatomie kennt, für das Auge der Fische bei.

Zwischen der Linse und dem Glaskörper ist bei Fischen ein Spalt, und die einzige Verbindung wird hergestellt durch die Theile, welche man den Befestigungsapparat der Linse nennen kann (Holzschnitt 1 B.). Dieser Spalt liesse sich eintheilen in einen Abschnitt hinter der Linse, in dem sich Linse und Glaskörper berühren, so dass man hier von einer Linsengrube spräche, und einen Abschnitt zur Seite der Linse, einen Ringkanal von dreieckigem Querschnitt, auf den es nicht zweckmässig ist, eine der Bezeichnungen aus der Anatomie der Säugethiere zu übertragen. In Augen, welche in Müller-scher Flüssigkeit aufbewahrt gewesen sind, hat dieser Kanal immer Ausdehnung, aber das Zurückliegen der Linse, die Ablösung des Glaskörpers vom Rande der Netzhaut, das Vorkommen von Pigmentzellen und Zapfen in dem genannten Kanale, weisen auf leicht maccrirende und zusammenziehende Einflüsse hin, welche nach einander während der Einwirkung dieser Mischung in Geltung sind. Es genügt aber auch zu wissen, dass es einen Spalt gibt, welcher die Linse vom Glaskörper trennt und zwischen Glaskörperwall und Befestigungsapparat sich fortsetzt (Holzschnitt 1 C.).

Es wird sich weiter unten zeigen, dass er nach vorn zu entweder unvollkommen oder vollkommen abgeschlossen ist, je nachdem sich der Befestigungsapparat an den ganzen Umfang der Linse oder nur an einen Theil desselben ansetzt. Dass eine „hintere Augenkammer“ bei Knochenfischen existire, glaube ich nicht; vielmehr, dass sich der Befestigungsapparat der Linse unmittelbar an die hintere Fläche der Iris lege. Aber auch das ist für die vorliegende Arbeit von keiner Bedeutung.

Sehr gross sind die Verschiedenheiten in der Consistenz des Glaskörpers der Fische nach Behandlung mit Alkohol. Zart habe ich ihn gefunden bei Knochenganoiden (weniger bei Amia), bei Muraeniden, nirgends aber mehr als bei Batrachus tau, einem Stachelflosser, dessen Auge eine ganz singuläre Stellung hat; bei diesem besteht der Glaskörper nach der Einwirkung von Spiritus nur aus einigen Flocken oder Fasern, welche der Oberflächenschicht anhängen. Bei den Cyprinoiden ist er ziemlich derb. Weich, aber ziemlich dicht bei Pleuronectiden und bei Ceratodus. Die grösste Dichtigkeit erreicht er bei einigen Stachelflossern (Cynoscion, Eupomotis aureus). Daneben aber gibt es andere Stachelflosser, bei denen er verhältnissmässig zart ist, wie ich es bei Pimelepterus Boscii und Carangus pisquetus gefunden

habe. Da die meisten dieser Fische in ganz gleicher Weise in dünnem Spiritus, nur die werthvollen in starkem Alkohol bewahrt waren, da immer, wenn ich zwei oder mehr Exemplare ihrer Augen berauben konnte, das Verhalten gleich war, so möchte ich diese Angaben als über dem Zufälligen stehend ansehen.

Ich möchte an dieser Stelle einen Ausweis über das Material einschalten, welches mir zu Gebote stand. Den Grundstock bildeten die Augen einer Anzahl von amerikanischen Fischen sowie von Ganoiden, welche mir Herr Geheimrath Gegenbaur mit seiner bekannten Freigebigkeit mittheilte. Einige Ergänzungen erhielt ich durch Herrn Geheimrath v. Kölliker und ein Auge von Ceratodus durch Herrn Professor v. Koch. Doch ist ein solches in Spiritus conservirtes Material für den Befestigungsapparat der Linse nicht zu gebrauchen, und ich suchte mir deswegen Augen zu verschaffen, die frisch in Müller'sche Flüssigkeit eingelegt wurden. Dabei habe ich von so vielen Seiten bereite Hülfe gefunden, dass ich darauf verzichte, meine Wohlthäter zu nennen. Vor allen aber haben mir Herr Dr. Krukenberg und Herr Studiosus Kafemann derartiges Material mitgebracht, ersterer aus Triest und letzterer aus Danzig. Diese Schätze habe ich selbst ergänzt durch die Augen von Mainfischen und möglichst frischen Seefischen, von denen ich einige frisch, einige nach der Einwirkung von Chromsäure, die meisten aber auch nach einer Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit zerlegt habe.

III.

Ueber die Grenzhaut des Glaskörpers.

Arnold sagt*): „Die Haut, welche die Glasfeuchtigkeit (humor vitreus) einschliesst, wurde die Glashaut (membrana hyaloidea s. vitrea) genannt, und Zellhaut (membrana capsularis et cellularis corporis vitrei) bezeichnet.“ Das ist völlig deutlich und stimmt genau mit der Darstellung von Zinn**) überein. Wenn man also später die Glaskörperhaut nur als eine Hülle des Ganzen ansieht, so hat man damit, gleichviel ob absichtlich oder unabsichtlich, eine Aenderung der Terminologie vorgenommen. Jedenfalls ist die alte Nomenklatur an dem Missverständnisse mitschuldig, denn ein Fachwerk ist eben keine Haut, und das, was die Alten Membrana hyaloidea nannten, hätte im Deutschen etwa als „häutiger Antheil des Glaskörpers“ wiedergegeben werden müssen.

Ich führe dies nicht an, um den Namen „Membrana hyaloidea“ in seine alten Rechte einzusetzen, sondern um darauf hinzuweisen, dass er, nachdem man ihn auf eine Oberflächenhaut eingeschränkt hatte, nun seinerseits die Vorstellung dahin beeinflusste, dass es sich in dieser um eine selbstständige, ganz eigenartige Bildung handele.

Vielleicht aber war nicht nur das Wort an der Aenderung des Begriffes schuld; vielleicht war doch die neue „Membrana hyaloidea“ etwas anderes oder doch ein princeps inter pares, vor den Membranen im Innern des Glaskörpers ausgezeichnet durch Dicke oder Festigkeit.

Diese Frage ist auf's Engste verbunden mit der nach der Beschaffenheit der Oberfläche des Glaskörpers und mit der nach den

*) Arnold, Anatomische und physiologische Untersuch. über das Auge des Menschen. 1832. S. 96.

**) Zinn, Descriptio anat. oculi humani. Gottingae 1755. p. 119.

Verbindungen zwischen dem letzteren und der Netzhaut; Fragen, die so verschieden beantwortet worden sind.

Bei der Präparation eines frischen Auges kann man die Netzhaut für gewöhnlich nicht einfach abheben; sie haftet. Bei Augen von Pferden so, dass sie sich nur „in Fetzen trennen lässt"*), bei solchen von Ochsen weniger. Untersucht man letztere in grösserer Zahl, so findet sich, dass der Grad des Widerstandes, welchen die Netzhäute dem Ablösen entgegenstellen, durchaus nicht derselbe ist bei gleich frischen Augen, und man hat kein Recht, ihn einfach als proportional der postmortalen Maceration anzusehen.

Ich habe selbst vor Kurzem die inneren Augengefässe des Aales beschrieben und abgebildet**), und ich möchte nicht, dass daraus ein Irrthum mit Beziehung auf die vorliegende Frage entstünde. Die abgerissenen Gefässe stehen nämlich dort als Stümpfe rechtwinklig zur Oberfläche der Netzhaut hervor und es kann scheinen, dass diese Stücke auf einen Spaltraum zwischen den beiden Grenzhäuten zu beziehen seien. Doch ist es möglich, dass kurze Abschnitte der Gefässe bei der Trennung von Retina und Glaskörper von letzterem abgehoben worden sind, und ich wage nicht, über diesen Punkt zu entscheiden, bevor beide im Zusammenhange geschnitten sein werden.

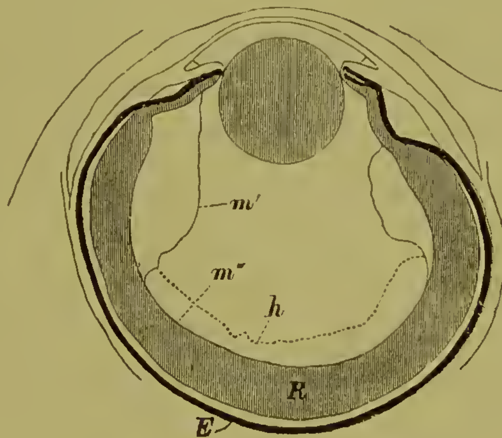
Fester aber als bei allen Thieren, die ich untersucht habe, fester selbst als beim Aal, bei dem doch Tausende von Kapillaren vom Glaskörper in die Netzhaut gehen, ist die Verbindung bei Schlangen (Coluber und Coronella), und hier giebt es thatsächlich zwischen Glaskörper und Retina nur eine Haut, an welche aussen „Radialfasern" der Netzhaut, innen Scheidewände des Glaskörpers sich festsetzen. Weit schöner wie an Präparaten von grossen Thieren, deren Augen ich mit Chromsäure behandelt hatte, sind diese Verhältnisse bei den schon erwähnten Embryonen hervorgetreten. Der Glaskörper füllt hier immer das Augeninnere zwar zum grössten Theile, aber doch nicht vollständig aus, und bei der Tendenz, sich zusammenzuziehen, haben ihm die Zonula ciliaris und der genannte Zapfen, der sich von der Papille in's Innere streckt, so zu sagen als Stützpunkte gedient. In dem Streit um die Grenzhaut ist diese bald

*) Cahn, l. c. S. 4.

**) Ueber die Glaskörper- und Netzhautgefässe des Aales. Morphol Jahrbuch. Bd. VII. 1882. S. 573.

von der Retina, bald von dem Glaskörper getrennt worden, ohne jedoch in sich zu zerreissen, und trägt nun Spuren von Häuten oder Fasern hier und dort an sich, während bald Radialfasern, bald Septa frei hervorstehen. Man kann mit starken Vergrösserungen controliren, dass es sich dabei nur um eine Haut handelt, aber es kommt bei schwachen Vergrösserungen weit besser zum Ausdruck, wie sich Glaskörper und Netzhaut um die Grenzhaut so zu sagen streiten, indem der erstere sie mitzunehmen, die letztere sie festzuhalten sucht. Uebrigens kommt es bei grossen Thieren dieser Art niemals vor, dass auf Schnitten durch Glaskörper und Retina die Grenzhaut die Ora serrata der Netzhaut verlässt, so wie es hier geschehen ist.

Fig. 2.



Es ist dies also das Verhalten, wie es Henle angibt.

Bei der Bestimmtheit aber, mit welcher auch andere Darstellungen aufrecht erhalten werden, ist es vielleicht nicht gerechtfertigt, diesen Modus ohne weitere Prüfung als den allein herrschenden hinzustellen. Wenn man jedoch die Möglichkeit der Richtigkeit noch anderer Ansichten offen hält, so darf man doch darauf aufmerksam machen, was zu ihrem Beweise nöthig sein würde.

Wer die Meinung ausspricht, dass Glaskörper und Retina jedes seine eigene Grenzhaut habe, der ist uns noch eine weitere Mittheilung schuldig. Denn zwischen zwei glatten Membranen ist ein Spalt

---

Fig. 2. Frontaler Schnitt durch das Auge eines Embryo der glatten Natter bei 30facher Vergrösserung, mit Hülfe der Kamera gezeichnet. R Netzhaut, E Netzhautepithel, m' Grenzhaut am Glaskörper, m" Grenzhaut an der Netzhaut, h Glaskörper, von der Grenzhaut abgerissen.

wenigstens der Idee nach vorhanden. Stellt es sich nun aber, wie beispielsweise beim Pferde, bei der einfachen Präparation heraus, dass die Retina am Glaskörper festhängt, so muss es eine Verbindung zwischen beiden Häuten geben, entweder durch ein Gewebe, sei es, dass man es der Netzhaut oder dem Glaskörper zurechnet —, oder durch „Kittmasse", welche ja auch mehrfach herangezogen worden ist. Mit Rücksicht auf letztere muss ich eine kritische Bemerkung machen. Die meisten der üblichen erhärtenden Flüssigkeiten ziehen den Glaskörper zusammen, und selbst die Chromsäure, die in dünnen Lösungen eine so bevorzugte Stellung in unserer Frage einnimmt, übt in ungeeigneter Mischung diese Wirkung aus. Wo sich aber eine freie Oberfläche am Glaskörper zeigt, gleichviel ob dieselbe durch Ablösen der Netzhaut oder durch Schnitte in der Glaskörpersubstanz selbst hergestellt ist, da findet man später auf Schnitten — von Flächenbildern ganz zu schweigen — eine dünne, feinkörnige sich relativ stark färbende Schicht. Auf die Deutung kommt es hier nicht an, sondern auf die Thatsache. Müller'sche Flüssigkeit ist bei diesen Untersuchungen, in denen es sich um die Grenze von Netzhaut und Glaskörper handelt, ganz ausgeschlossen. Sie wirkt unter allen Umständen schwach macerirend. Ich spreche hier nur von meinen Erfahrungen, aber diese beziehen sich auf Hunderte von Augen, auf Augen aus allen Wirbelthierclassen, auf Augen von Embryonen und Erwachsenen. Es ist wohl richtig zu sagen: eine Maceration geschieht trotz der Müller'schen Flüssigkeit. Dieser leichte Grad von Zerstörung, der die feine Präparation so ungemein begünstigt, tritt bereits in der ersten Zeit ein, und es liegt auf der Hand, dass er späterhin nicht wieder verschwinden kann. Man kann daher nicht erwarten, etwa nach Jahre langer Behandlung mit dieser Mischung die Verhältnisse mehr naturgetreu zu finden wie nach einer Behandlung von Tagen oder Wochen.

Wer jedoch diese Kittsubstanz nicht anzuerkennen vermag, ja sie sogar glaubt ausschliessen zu dürfen, für den liegen dann die beiden Grenzmembranen glatt aneinander. Und von diesem Zustande bis zu einem mit Flüssigkeit gefüllten Spalt ist ein sehr kleiner Schritt. Man kann natürlich die Frage nicht durch einen Hinweis auf unsere Vorstellungen von serösen Höhlen beantworten, von denen wir sagen, der Spaltraum sei nur „der Idee nach" vorhanden. Denn es handelt sich dabei um makroskopische Gegenstände und dementsprechend um

„makroskopische“ Vorstellungen. Aber der Grad von Feuchtigkeit, den wir in der trockensten Pleurahöhle finden (da es sich nur um einen Vergleich handelt, kommt es nicht darauf an, zu wissen, wie weit derselbe post mortem verändert und durch die Eröffnung der Brusthöhle beeinflusst sei), würde in der uns vorliegenden Frage für den Ausspruch genügen: zwischen Netzhaut und Glaskörper existirt ein mit Flüssigkeit erfüllter Spalt.

Einen solchen sowie zwei gesonderte Häute an der Grenze von Netzhaut und Glaskörper gibt Schwalbe an*), wenn er auch die Membrana limitans retinae in einer besonderen Art, abweichend von der bis dahin gewöhnlichen Weise, beschreibt. Trotzdem bemerkt er, dass Netzhaut und Glaskörper im frischen Zustande schwer von einander zu trennen seien; schliesst aber daran auf derselben Seite die Worte an: „Die so innige Verbindung zwischen Limitans und Hyaloidea wird durch eine capillare Flüssigkeitsschicht vermittelt“. Ohne Frage hat bei dieser Anschauung die physikalische Vorstellung mitgespielt, dass sich zwei Glasplatten, die benetzt und auf einander gepresst sind, schwer von einander entfernen lassen. Indessen es ist hier nicht die Flüssigkeit, sondern der Luftdruck, welcher sich der Trennung widersetzt. Man sieht dasselbe sehr deutlich, wenn man eine Lunge mit der Basis aufsetzt und sie emporzuziehen sucht. Wenn man dagegen zwei nasse Tücher aufeinanderlegt, sei es für sich, oder, was dem Verhältniss der Netzhaut und des Glaskörpers noch mehr entsprechen würde, in einer Flüssigkeit, und nun an einem Zipfel beginnend das eine aufhebt, so wird man nicht den geringsten Widerstand finden. Vielleicht ist mancher der Meinung, dass man auf die Resultate der makroskopischen Präparation nicht viel Wert legen solle, indessen die Zuverlässigkeit der Beobachtungen steigt weit weniger mit der Stärke der Objektive und der Complicirtheit der Methoden, wie mit der Annäherung an die natürlichen Verhältnisse und an den alltäglichen Gebrauch unserer Sinne.

Es muss sich also bei weiteren Untersuchungen zeigen, ob es wirklich ausser dem von Henle vertretenen, oben geschilderten Verhalten, noch Verschiedenheiten nach Ort, Art und Alter gebe.

---

*) Schwalbe, Mikroskop. Anat. der Sehnerven, der Netzhaut und des Glaskörpers. Graefe-Sämisch Handb. d. ges. Augenheilkunde I. Bd.

Ich kehre aber jetzt zu der einfachen makroskopischen Präparation zurück.

Wenn man den Glaskörper eines Ochsenauges freilegt, so kann man oft — doch ist das nicht in allen Fällen gleich — die Oberfläche mehrere Millimeter tief eindrücken, und hernach hebt sich der Grund der Grube wieder empor und verstreicht; wenn man einen kleinen senkrechten Schnitt anbringt, so füllt sich der Spalt zwar alsbald mit Flüssigkeit, aber seine Ränder klaffen. Dies sind wohl die Beweise, die man zuerst für eine Umhüllungshaut hatte; Zeichen, in denen vor allem eine für ein so zartes Gebilde nicht unbeträchtliche Festigkeit zu Tage tritt, welche nun im Vereine mit dem Mangel einer sichtbaren Struktur, der absoluten Farblosigkeit und grossen Durchlässigkeit diese Haut sehr wohl charakterisirt. Verbindet man damit endlich die Kenntniss der Dicke dieser Haut, wie man sie bei Schnitten durch die Netzhaut bekommt, in solchen Fällen, wo sie an dieser geblieben ist, so hat man eine ziemlich concrete Vorstellung von ihr; und wenn damit das Suchen nach weiteren Feinheiten auch nicht abgeschnitten sein soll, so genügt doch das, was wir von ihr wissen und durch physikalische Untersuchungen feststellen können, der Physiologie vollständig. Und dazu gehört, was man auch wieder bei der einfachen Präparation sieht, dass eine Flüssigkeit, die im Glaskörper ist, auch durch die Netzhaut dringt, und dementsprechend umgekehrt.

Diese Haut hat von Henle den Namen Membrana limitans hyaloidea bekommen aus Rücksicht gegen die beiden früheren Namen: Membrana limitans retinae und Membrana hyaloidea. Indessen ist bei dieser Nomenklatur die Netzhaut zu kurz gekommen, indem sie nur einen indifferenten Namen hat beisteuern dürfen, und Neuere deuten wirklich die Meinung von Henle so, als habe er die Grenzhaut in eine engere Beziehung zum Glaskörper als zur Retina bringen wollen. Sie ist also eine Membrana limitans inter retinam et corpus hyaloideum oder eine Membrana limitans hyaloideo-retinalis. Sie auf Grund pathologischer Processe zur Netzhaut zu schlagen*), wird man wohl Bedenken tragen müssen, denn pathologische Vorgänge können nur als Fingerzeige aber nicht als Beweise für normale Verhältnisse dienen. Der einzige Beweis, den es gibt, ist aber der, dass

*) Iwanoff, Glaskörper. Stricker's Gewebelehre. II. Bd. 1872. S. 1072.

von einem Ende anfangend, abzieht: der Streifen folgt allein dem Zuge, und die beiden Blätter bleiben vereinigt. Wenn aber solche Reagentien auf den Glaskörper wirken, die ihn zum Schrumpfen bringen, je allmähliger, um so deutlicher, so sind die Häute, welche nach innen gegen ein Centrum hin einen Zug ausüben, im Vortheil — wieder caeteris paribus — und sie werden unterstützt durch die elastische (im physikalischen, nicht im chemischen Sinne) Grenzhaut selber. Es kann daher bei der Ablösung der letzteren von der Netzhaut auch ein direktes Abreissen ohne Maceration zu Stande kommen.

Wenn man aber in der älteren Literatur soviel von der Membrana hyaloidea, namentlich der Kaltblüter, liest, so ist das nicht diese Haut, die man auf Schnitten sieht und die dicker ist als die Häute im Innern des Glaskörpers, sondern eine „Haut“, die man von der Oberfläche abgezogen hat. Vielleicht bekommt man durch dieses Verfahren zuweilen die Grenzhaut für sich. Es mag sein, aber man kann es nicht beweisen. In weitaus den meisten Fällen dagegen hat man die Membrana limitans mit einem Theile anhangender Glaskörpersubstanz, ein Kunstprodukt, für welches nun allerdings der Vergleich mit der erstarrenden Haut eines Leimtropfens sehr passend ist, soweit es sich nämlich dabei um ein rein makroskopisches Verhalten handelt.

Aber diese Lage, die man nun gerade von Glaskörpern nach der Einwirkung von Müller'scher Flüssigkeit und von dünnem Alkohol abziehen kann, zeigt so charakteristische Unterschiede, dass man daraus Schlüsse auf Verschiedenheiten der Grenzhaut selber machen kann. Ich lasse hier folgen, was ich bei der Präparation von Fischaugen bemerkt habe.

Am starrsten war die Oberflächenschicht bei Batrachus tau, also dem Fisch, bei welchem der Glaskörper durch die Einwirkung von Alkohol auf einige zarte Flocken zusammengezogen war. Sie liess sich hier unverletzt aus dem Auge hervorziehen und nach dem Auswässern und Färben mit Hülfe davon, dass Luft unter sie geblasen, sie so zu sagen auf eine Luftblase gestülpt wurde, durch guten Alkohol in natürlicher Wölbung wieder herstellen.

Auch bei Knochenganoiden und Muraeniden ist die „Haut“ verhältnissmässig starr. Das sind nun freilich alles Fische mit Glaskörpergefässen, nnd ich habe sehr lange Bedenken getragen, ob nicht die

letzteren die Ursache der Festigkeit sein möchten. Es kommt noch hinzu, dass der Glaskörper im Uebrigen zart ist, und dass schon der Contrast die oberflächliche Schicht derb erscheinen lassen könnte. Indessen die ganze Art, wie sich die Haut ausbreiten lässt, die geradlinigen Falten, die sie macht und die von den Gefässen passiv mitgemacht werden, sprechen dafür, dass in ihr selbst der Widerstand liege. Nicht die Gefässe stützen die Haut, sondern die Haut stützt die Gefässe, und das ist vielleicht für die Circulation von grosser Bedeutung.

Wenn ihr hier das Epitheton „starr" gegeben ist, so soll das den Gegensatz zu den „weichen" Häuten bei anderen Fischen ausdrücken, wennschon es sehr misslich ist, bei so zarten Theilen so grobe Bezeichnungen anwenden zu müssen. „Weich", d. h. von den tieferen Schichten wenig verschieden ist die Oberflächenlage bei Pleuronectiden und Tautogolabrus, die nur wenige, bei Ceratodus und einer Anzahl von Stachelflossern, die keine Gefässe haben; in diesen Fällen ist sie schwer von den tiefen Lagen zu trennen, lässt sich gar nicht glatt ausbreiten und liegt in vielen unregelmässigen Falten. Eine Mittelstellung nimmt die Haut aus dem Auge von Cyprinoiden ein.

Ich will übrigens hier noch anführen, dass ich bei mehreren Fischen, so beim Hecht und beim Dorsch bemerkt habe, dass, wenn man nach der Einwirkung von Müller'scher Flüssigkeit eine möglichst dünne Schicht von der Oberfläche abzieht, diese sich nach einwärts einbiegt, was vielleicht der Ausdruck einer vorher in ihr herrschenden Spannung ist.

In der Linsengrube des Glaskörpers der Fische kann man zwar nach der Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit auch bisweilen ein Häutchen abziehen, aber dieses ist nicht deutlicher als die Schichten innerhalb des Glaskörpers selber, obwohl die Substanz des letzteren hier begrenzt und in sich abgeschlossen ist. Aber diese Abgrenzung ist schwach, und da in dem Befestigungsapparate der Linse Lücken auftreten, so kann der Glaskörper durch diese bis an die Iris und am Pupillarrande vorbei in die „vordere Augenkammer" gelangen. Die letztere existirt, wenn überhaupt, nur als ein feiner ringförmiger Spalt, denn in der Mitte legt sich die Linse an die Hornhaut, sogar in eine Grube derselben. Wenn nun Haller von der Flüssigkeit der vorderen Augenkammer des Karpfens sagt, nicht nur, sie sei ziehend,

sondern auch, sie sei reichlich (Multus humor aqueus viscidus*), so erweckt dies schon den Verdacht, dass dabei Glaskörper im Spiele gewesen sei. Nachdem ich selbst durch Incision der Hornhaut an eben getödteten Fischen versucht hatte, über die hier wirkenden Umstände in's Reine zu kommen, wendete ich mich an Herrn Professor Michel, welcher so freundlich war, das Experiment an einem lebenden Blei (Abramis brama) auszuführen, d. h. ein schmales Messer am Hornhautrande einzustechen und einen Einschnitt zu machen. Dabei sah man deutlich durch die Cornea hindurch, wie der Rücken des Messers die Iris eindrückte, und es quoll nun, nicht unmittelbar nach dem Einstechen, aber bald darauf, aus der Wunde eine zähflüssige Masse, die viel zu reichlich war, um in der vorderen Augenkammer Platz zu finden, Glaskörper, und der Augapfel war nachher relativ weich anzufühlen. Ob in diesem Augenblicke die Druckverhältnisse im Auge selbst bei einem Eingriff in das lebende Organ verändert gewesen seien, ist für unsere Frage gleichgültig; genug, der Glaskörper zeigte sich nach vorn hin so schwach begrenzt, dass er schon unter geringen Einflüssen hervortrat.

*) Haller, Op. min. Tom. III. S. 256.

IV.

Ueber die Zellen des Glaskörpers.

Man weiss, eine wie wichtige Rolle die „runden, kernhaltigen, stark granulirten Zellen“ spielen, welche man im Glaskörper von Säugethierembryonen trifft*). Es scheint, dass sie in allen Stadien der Entwicklung ziemlich reichlich vorkommen, und mehrere Autoren geben an, dass sie bei der Zunahme des Wachsthums vorwiegend in den peripherischen Schichten gefunden werden. Sie sind nicht immer rund, und es ist mit Rücksicht auf zwei Fragen der Morphologie, an welche sich physiologische Folgerungen anknüpfen, nöthig, die Varianten ihrer Form zu beachten. Es gibt unter ihnen solche, die durch sehr verschiedenartige Auswüchse ihre runde Gestalt eingebüsst haben. Zuweilen sind es kugelige Protuberanzen, zuweilen kegelförmige oder andere Ansätze, die sogar in kurze Fäden ausgezogen sein können, welche die Figuren dieser Gebilde sehr mannigfach umgestalten (A. in Fig. 2 der Tafel). Diese Fortsätze, wie ich sie an Zellen aus dem vorderen Theile des Glaskörpers eines 8 Ctm. langen Rindsembryo gefunden habe (nach mehrtägiger Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit), machen, soweit man ein solches Urtheil auf Objekte, die durch Reagentien fixirt sind, gründen darf, ganz den Eindruck der Veränderlichkeit, und ich trage kein Bedenken, auch auf sie das zu beziehen, was Iwanoff bei Hühnerembryonen beobachtet hat**), nämlich dass sie ihre Form ändern können. Man kann also diese „runden“ Zellen auch mit Rücksicht auf die Verschiedenheiten ihrer Form „vielgestaltige“ und mit Rücksicht auf den Wechsel ihrer Form „veränderliche“ nennen.

---

*) R. Virchow, Notiz über den Glaskörper. Arch. f. path. Anat. u. Physiol. IV. Bd. S. 468. 1852.

**) Arch. f. Ophthalm. XI. 1.

Dagegen lassen sie sich mit denjenigen Elementen, welche fixe Ausläufer haben und unter einander sowie mit Gefässwänden in Verbindung stehen, bis jetzt nicht zusammenbringen.

Vielleicht kann eine Zelle, welche ich aus dem gleichen Präparate abbilde (C in Fig. 2 der Tafel), als Repräsentantin dieser Kategorie angesehen werden, wenn sie auch langgestreckt und nur mit gewissen Ansätzen zu seitlichen Ausläufern versehen, also eine „Faserzelle“ ist. Sie gleicht in dem Glanz des Zellenkörpers und des Kernes ganz den ersten (nach mehrtägiger Einwirkung von Müller-scher Flüssigkeit); ihr Kern ist gestreckt, und wenn auch eine von jenen einen abgeplatteten Kern besitzt (A. a.), so ist doch die in ihrem Innern gelegene Blase die Ursache davon. Diese Faserzelle stiess mit einem Ende an eine Gefässwand an, aber ich weiss nicht, ob darin eine Beziehung zu dieser zu suchen gewesen sei.

Hier stelle ich neben die beiden beschriebenen Formen von Zellen aus dem gleichen Präparat eine dritte, nicht um darauf bestimmte Schlüsse zu bauen, sondern um die Frage offen zu halten, ob es im Glaskörper, resp. an der Oberfläche desselben bei Säugethierembryonen Zellen vom Charakter des Plattenepithels gebe (B in Fig. 2 der Tafel).

Solche sind von so vielen und gewissenhaften Beobachtern beschrieben worden, dass ich es noch nicht für angezeigt halte, diese Frage von der Erörterung abzusetzen. Iwanoff selber hat früher angegeben, dass er bei erwachsenen Menschen manchmal grosse flache Zellen gesehen habe mit kleinem rundem Kern*); aber in seiner Darstellung des Glaskörpers in dem Handbuch der Lehre von den Geweben von Stricker thut er ihrer keine Erwähnung mehr. Schwalbe hat in dieser Angelegenheit grossen Nutzen dadurch gestiftet, dass er die verschiedenen Ursachen für täuschende Bilder zusammengestellt hat**), und ich verdanke es gleichfalls dieser Kritik, dass ich der Sache gegenüber sehr zurückhaltend bin. Indessen gibt es bei Fischen etwas, was wenigstens eine starke Wahrscheinlichkeit für ein solches Epithel bietet.

Beim Karpfen sieht man nämlich an der Oberfläche des Glaskörpers eine sehr grosse Zahl eigenthümlicher Kerne. Die Grundform derselben ist elliptisch, doch variiren einige von ihnen nach

---

*) Iwanoff, Archiv f. Ophthalm. XI. 1. S. 160. 1865.

**) Schwalbe, Gräfe-Sämisch Hdb. S. 371, 373.

dem Bisquit- und Nierenförmigen hin (b in Fig. 3 der Tafel). Wenn sie auch, soweit ich bemerkt habe, keine bestimmte Ordnung einhalten, so sind sie doch ziemlich gleichmässig vertheilt, aber durch so grosse Zwischenräume getrennt, dass, wenn sie zu einem zusammenhängenden Epithel gehörten, dieses aus sehr grossen Zellen bestehen müsste. An frischen Präparaten werden sie erst durch Essigsäure deutlich, schrumpfen aber stark. An gefärbten Präparaten sind sie sehr blass. Sie gleichen in allen diesen Eigenschaften den Kernen der Capillaren, die in ihrer Nähe liegen. Zellengrenzen, die auf sie zu beziehen wären, habe ich nicht sicher gesehen, denn die Zeichnungen, die man an einer solchen oberflächlichen Lage des Glaskörpers nach der Einwirkung von Reagentien findet, sind zu unzuverlässig, um verwertet werden zu können. Von allen Möglichkeiten der Verwechslung, welche Schwalbe (l. c.) aufführt, kommen hier also nur die Kerne der Radialfaserkegel in Betracht. Das Problem ist hier ein einfaches, und die Verhältnisse so constant, dass man hoffen kann, eine völlige Gewissheit zu erlangen.

Ganz ebensolche Kerne trifft man nicht nur bei anderen Cyprinoiden, sondern auch bei Knochenganoiden (Lepidosteus, Polypterus), bei Malapterurus.

Bei Lepidosteus und Polypterus kommen neben ihnen keine andern Elemente mehr vor. Dagegen findet man bei Malapterurus und Cyprinoiden noch eine zweite Art kleiner, runder, sich stark färbender Kerne, welche etwa die Grösse von den Kernen der Blutzellen haben (a in Fig. 3 der Tafel). Diese Kerne sind bei Cyprinoiden umgeben von einem sich gleichfalls färbenden Zellenleibe, der oft sehr klein ist, rund, aber zuweilen zum Eckigen oder Sternförmigen hinneigend. Endlich trifft man noch langgestreckte, spindelförmige, auch mehrfach verästelte Zeichnungen mit runden oder elliptischen Kernen (c in Fig. 3), aber bei den mannigfachen Niederschlägen kommt man leider hier schon von dem Gebiet des absolut Gewissen an die Schwelle des Unsichern. Die runden und verästelten Zellen liegen zusammen in einem Niveau, in einer andern Höhe wie die grossen blassen Kerne.

An mehreren Präparaten vom Seeaal habe ich streckenweise überaus blasse Netze gesehen, die die Felder zwischen den Gefässen ausfüllten (Fig. 4 der Tafel) und zuweilen in Anschwellungen kernähnliche Bildungen zeigten. Aber auch hier handelt es sich um

Dinge, die nicht über den Verdacht erhaben sind, Kunstprodukte zu sein. Ich führe sie jedoch an, da sie vielleicht Bedeutung bekommen könnten im Vergleich mit dem „feinfaserigen areolären Maschenwerk“, welches auf der Oberfläche des Glaskörpers bei Säugethierembryonen beobachtet worden ist*), „bis zu einem gewissen Alter beständig“ vorkommen**) und der Bildung der Netzhautgefässe vorhergehen soll***).

Diesen Eigenthümlichkeiten, die zwar in sich sehr verschieden sind, die aber doch in Vergleich zu solchen Einrichtungen gestellt werden können, die man von Säugethieren beschrieben hat, steht nun die Glaskörperoberfläche von Rhombus maximus mit Zellen gegenüber, die in Vertheilung und Form sehr auffallend, man möchte sagen, launenhaft sind (Fig. 5 der Tafel). Sie stehen einzeln oder in Gruppen, sehr weit von einander, so dass ein derartiges Präparat bei schwacher Vergrösserung einem mit Sternchen besetzten Schleier ähnelt. Sie sind z. Th. rund, z. Th. eckigen, besonders viereckigen Formen angenähert. Während sie aber dadurch in Gruppen Stücken eines Epithels gleichen, dessen Hauptmasse man versucht sein könnte, an der abgelösten Netzhaut zu suchen, widersprechen sie dem Epithelcharakter dadurch, dass sie sich theilweise decken. Denn so viel Raum sie haben, so drängen sie sich doch, wo sie zu Gruppen vereinigt sind, zusammen. Aber auch hier wieder gibt es solche, die in Zipfel, ja in lange Fortsätze ausgezogen sind, meist nur auf einer Seite, während die entgegengesetzte Seite ganz den Charakter der übrigen besitzt. Der Kern pflegt dann in dem dicken Ende zu liegen und rund zu sein. Eine solche Erscheinung, wie die, dass ein elliptischer Kern in einer Anschwellung des ausgezogenen Fadens liegt (e in Fig. 5), steht ganz vereinzelt da. Sehr häufig ist es dagegen, dass ein derartiger Strang zwei Gruppen von Zellen verbindet.

Ich schliesse hier die Erwähnung eines Vorkommnisses an, bei welchem man immer von neuem versucht wird, an Zellen zu glauben, zumal die eigenthümlichen Körper, um die es sich handelt, zuweilen helle Flecke in ihrem Innern zeigen, die an Kerne erinnern. Als ich Augen vom Dorsch präparirte, welche mehrere Monate in Müller'scher Flüssigkeit gewesen waren, fand ich, dass die Oberfläche des von der

---

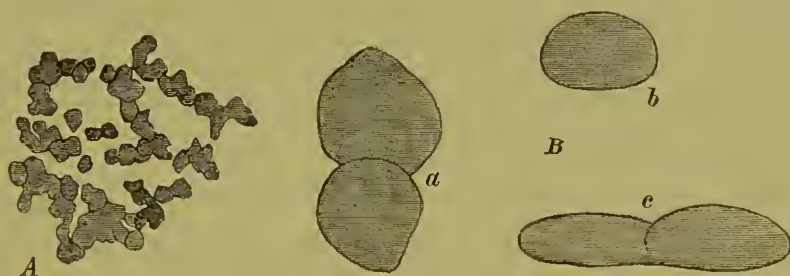
*) R. Virchow, Arch. f. path. An. IV. Bd. S. 468. 1852.

**) Iwanoff, Arch. f. Ophthalm. XI. Bd. 1. S. 160. 1865.

***) H. Müller, Ges. Abh. S. 142.

Netzhaut losgelösten Glaskörpers leicht getrübt, mit der Lupe betrachtet, wie bestäubt aussah. Diese Auflagerung war zusammengesetzt aus durchschnittlich 0,02 Mm. grossen, runden oder eckigen z. Th. sechseckigen, gleichmässig körnigen Ballen. An Falten konnte man bemerken, dass diese Körper halb so hoch oder auch ebenso hoch wie breit waren und in flachen Gruben der Oberfläche sassen. Diese Gebilde finden sich im ganzen Umfange, am reichlichsten aber, d. h. zu einer geschlossenen Lage vereinigt, weiter vorn, in netzförmig verbundenen Balken dagegen oder auch einzeln hinten. Auch hier wieder bleibt es unentschieden, ob ein Theil dieser Masse an der Netzhaut geblieben sei. Sind dies Kunstprodukte, so können sie doch ein gutes Warnungszeichen abgeben. Auch bei andern Fischen und beim Frosch habe ich schon früher solche zusammenstossende eckige

Fig. 3.



Felder mit körnigem Inhalt und oft mit hellem Fleck gefunden, der sich aber weder mit Karmin noch Hämatoxylin, noch mit einem Anilinfarbstoff stärker imprägnirte wie der umgebende Körnerhaufen.

Ich komme nun noch einmal auf die Glaskörperzellen der Säugethiere zurück, nicht als wenn man Dinge, die noch nicht einmal zu Ende geführt sind, von den Fischen auf jene übertragen könnte, sondern nur insoweit, als man unter Gesichtspunkten, die sich hier deutlicher aufdrängen, auch jenes Gebiet betrachten kann. Zunächst ist es sehr bemerkenswert, dass bei Fischen trotz des grossen Reichthums an Zellen (von den eventuell zu den blassen Kernen gehörigen Platten ganz abgesehen) nur die Oberfläche von denselben eingenommen ist.

Fig. 3. Grosse grobkörnige Körper von der Oberfläche des Glaskörpers eines Dorschauges, welches mehrere Monate lang in Müller'scher Flüssigkeit gewesen war. A 80fach vergrösserte, mit Hülfe der Kamera gezeichnete, zu einer netzförmigen Figur verbundene, B 380fach vergrösserte, mit Hülfe der Kamera gezeichnete derartige Körper; a von der Fläche, b halb im Profil, c ganz im Profil.

Einfacher als bei Cyprioniden und bei Rhombus ist das Verhältniss beim Stör, deswegen, weil dieser weder Gefässe noch blasse Kerne hat, sondern nur vielgestaltige Zellen (Fig. 7 der Tafel); die Mehrzahl derselben ist annähernd, aber nicht völlig, rund; der Kern rund. Manche der Zellen haben eine oder mehrere kurze Spitzen oder Fortsätze, andere gehen noch mehr zu spindelförmigen und sternförmigen Bildungen hinüber. Sie sind immer, auch in ihren Fortsätzen, scharf und deutlich begrenzt und haben ein ziemlich homogenes Aussehen, keine Blasen, dagegen öfters zwei Kerne. Sie sind so häufig, dass sie nicht als zufällige Erscheinung betrachtet werden können, aber doch durch weite Zwischenräume getrennt, nur selten gruppenweise bis zu fünfen netzförmig verbunden. Weder in der Umgebung dieser Zellen noch sonst findet sich eine sichtbare Struktur.

Wenn ich von diesen Zellen sage, sie liegen „an der Oberfläche" des Glaskörpers, so ist damit nichts weiter ausgedrückt, als dass, wenn man ein möglichst dünnes „Häutchen" von demselben ablöst, die Zellen in diesem zu finden seien. Aber ich glaube doch, dass dieser Befund eine Veranlassung sein muss, die Angaben von Iwanoff und von Schwalbe, von denen der erstere sagt, er habe noch nicht ein Thier gefunden, bei dem nicht Zellen im Innern des Glaskörpers vorhanden gewesen seien (Arch. f. Opth. XI, 1. S. 164), der letztere, dass „innerhalb der Glaskörpersubstanz" Zellen vorkommen (Hdbch. d. Aug. I, 472), zu ergänzen, nämlich zu verfolgen, wie weit im Innern man solche Elemente trifft.

Es ist dies um so nothwendiger, da Schwalbe, obwohl er nur eine Art von Zellen des Glaskörpers bestehen lässt, resp. eine Art der Herkunft von solchen zugibt, doch zwei verschiedene Beschreibungen von ihnen liefert. Das eine Mal handelt es sich dabei um Zellen aus dem „Innern des Glaskörpers", die mit ihren verschiedenartigen Ausläufern sich als veränderliche Zellen zeigen, das andere Mal um Kerne, die von Haufen von Körnchen umgeben, in ihrer einigermassen regelmässigen Anordnung, der Glaskörperhaut anliegend, an Kerne eines platten Epithels erinnern (l. c. S. 472 Fig. 57 und S. 460 Fig. 52). Auf die letzteren überträgt er die von Ciaccio eingeführte Bezeichnung der Cellulae subhyaloideae. Und darin liegt nun die Schwierigkeit, die Angaben der Autoren auf einander zu beziehen, dass man nie genau weiss, ob sie dasselbe meinen. Es gilt dies besonders von den Zellen in dem an die Papille des Sehnerven an-

grenzenden Theile des Glaskörpers*), die vor der Hand von den oben beschriebenen Formen noch völlig zu trennen sind. Jedenfalls aber ist das, was Ciaccio Cellulae subhyaloideae nennt**), nichts anderes als unsere „Glaskörperzellen“, die Wanderzellen von Schwalbe. Dafür aber, dass diese Elemente der Grenzhaut „aufsitzen“, hat Ciaccio keinen Beweis gebracht, und wenn einer der Herren, denen er seine Präparate vorgelegt hat, es für nöthig erklärte, man müsse, um ein solches Urtheil zu begründen, Querschnitte machen, so schliesse ich mich dieser Forderung vollständig an.

Man muss also die platten Zellen noch als einen Gegenstand besonderer Erörterung von den übrigen Elementen trennen. Es kann sein, dass sie nicht existiren, dass die Cellulae subhyaloideae von Schwalbe (nicht von Ciaccio) nur ein anderes Stadium der übrigen, besser charakterisirten Formen darstellen, aber das ist eine offene Frage.

Ebenso ist es, wie gesagt, nothwendig, und zwar dies für embryologische Betrachtungen, die „runde“ Zelle von der mit fixen Ausläufern versehenen zu scheiden. Denn so wichtig es wäre, zu wissen, ob die letztere aus der ersteren hervorgehe, resp. diese Möglichkeit ausschliessen zu können, so ist doch das Material, welches bis jetzt vorliegt, nicht genügend, dieses Räthsel zu lösen; und die „runde“ Zelle ist auch noch später, beispielsweise in der Linsengrube des neugeborenen Kaninchens so reichlich vorhanden, dass man ihr vorläufig eine selbständige Stellung bewahren muss. Im einzelnen Falle wird es natürlich oft schwer sein, eine Diagnose zu stellen, eben wegen der Veränderlichkeit der Gestalt, um so mehr da Iwanoff beobachtet hat, dass (bei Hühnerembryonen) die ausgestreckten Fortsätze sich begegnen und confluiren. Man wird also häufig genöthigt sein, hinter eine sternförmige Zelle ein Fragezeichen zu machen, aber die Nothwendigkeit der Trennung wird ja nicht aufgehoben durch die Schwierigkeit.

In diesem Sinne hat wohl auch Iwanoff eine Eintheilung der im Glaskörper vorkommenden Zellen in 1. runde und 2. spindel- und sternförmige getroffen, und Schwalbe schliesst sich ihm an. Die

*) Klebs, Zur normalen und pathologischen Anatomie des Auges. Arch. f. path. An. u. Phys. 19. Bd. S. 321. Taf. VII. Fig. 5. 1860.

**) Ciaccio, Beobachtungen über den inneren Bau des Glaskörpers im Auge des Menschen und der Wirbelthiere im Allgemeinen. Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre. X. Bd. S. 585. 1870.

dritte Rubrik, die der Zellen mit Blasen, lasse ich hier weg, denn mögen nun die letzteren Zeichen des Unterganges oder der Function sein, jedenfalls sind es biologische Merkmale, und es geht nicht wohl an, eine Eintheilung zugleich nach zwei verschiedenen Principien, einem morphologischen und einem physiologischen, zu machen.

Während aber so die „runde“ Zelle der „fixen“ gegenüber unabhängig gemacht ist, wird ihre Selbständigkeit von einer anderen Seite her gänzlich aufgehoben, sie wird zur „Wanderzelle“ erklärt, zum farblosen Blutkörperchen. Die Gründe, auf welche sich diese Ansicht stützt, sind: die indifferente Form und die Fähigkeit der Gestaltveränderung. Der Versuch, welcher zur Bekräftigung dieser Meinung dienen soll, indem Glaskörpersubstanz von Säugethieren in den Lymphsack des Frosches eingebracht worden ist (Schwalbe l. c.), hat, abgesehen von dem Nachweise, dass Lymphzellen des Frosches im Stande sind, in Säugethierglaskörper einzuwandern, für die vorliegende Frage die grosse Bedeutung, dass die eigenthümlichen Abtrennungen, welche bewegliche Zellen im Glaskörper erleiden, auf mechanische Gründe, Hindernisse durch den Zustand des Glaskörpers selber, zurückgeführt worden sind.

Vielleicht könnte es mit Rücksicht auf den Glaskörper erwachsener Säugethiere gleichgültig sein, woher die wenigen, mit Zeichen des Unterganges behafteten Elemente an seiner Oberfläche stammen; für die Entwicklung dagegen ist die Frage grundlegend, und sie wird deswegen unten wieder aufgenommen werden.

V.

Ueber die Gefässe des Glaskörpers.

Man wird mit den Gefässen des Glaskörpers nicht eher zurechtkommen, als bis man sich entschlossen haben wird, auch hier Homologie und Analogie, Fragen der Morphologie und Fragen der Physiologie energisch zu scheiden. Es soll damit kein Streit in dieses bisher friedliche Gebiet getragen werden; vielmehr ist ja nur durch gemeinsame Arbeit dieser beiden Arten geistigen Erfassens ein Verstehen von Organismen möglich. Aber eine solche Arbeit kann nur damit beginnen, dass sich beide darüber verständigen, was ihnen zukomme. Und das ist nun allerdings hier nicht geschehen. Als die Glaskörpergefässe der Kaltblüter bekannt geworden waren, brachte man sie in Verbindung mit der Retina, nicht nur aus der natürlichen Neigung, alles, wenn möglich, auf diese zu beziehen, sondern auch weil man in ihr bei Säugethieren Gefässe kannte, die man bei Kaltblütern vermisste. Die Glaskörpergefässe wurden also im physiologischen Sinne zu Netzhautgefässen gestempelt. Da man nun aber im Glaskörper der Säugethierembryonen auch Gefässe wusste, so setzte man diese denen der Kaltblüter gleichwertig, was sie ja physiologisch auch waren. Und nachdem so von den Glaskörpergefässen der Kaltblüter einerseits zu den Netzhautgefässen der Säugethiere, andrerseits zu den Glaskörpergefässen von deren Embryonen Beziehungen angeknüpft worden waren, entsprang daraus von selber die Meinung, dass die Netzhautgefässe aus den fötalen Glaskörpergefässen hervorgingen, eine Meinung, für welche man niemals aus der Beobachtung Belege beigebracht hat. Vielmehr spricht Alles für die Richtigkeit des Satzes, dass die Netzhautgefässe sich völlig unabhängig entwickeln*), d. h. dass sie an der Papille des Sehnerven aus der Arteria hyaloidea

*) Kessler, Zur Entwicklung des Auges der Wirbelthiere. Leipzig 1877 S. 77.

hervorwachsen zu einer Zeit, in welcher bereits die Glaskörpergefässe selber durch Auflagerung von Glaskörpersubstanz von der Oberfläche getrennt sind.

Nun steht man, wenn man Gefässe vergleichend anatomisch verwerten will, einem sehr schweren Bedenken gegenüber. Denn während Niemand bezweifelt, dass z. B. die Netzhäute aller Wirbelthiere homolog seien, so ist das mit Gefässen eine ganz andere Sache. Gefässe können überall hingelangen, wo es Gewebe des mittleren Keimblattes gibt, und wir haben ja ein sehr prägnantes Exempel an den Netzhautgefässen des Aales, die mit denen der Säugethiere im Sinne einer Verwandschaft nichts zu thun haben. Ja nicht einmal eine Uebereinstimmung im Typus berechtigt zur Homologisirung, wie man denn auch daraus, dass die Gefässausbreitungen in der Netzhaut des Aales und in der der Ratte ähnlich sind, wohl nicht etwas schliessen wird.

Wenn man also überhaupt Gleichstellung von Gefässen nach dem Gesichtspunkte der Morphologie beabsichtigt, so darf man dabei nur die Anordnung im Grossen, den Zusammenhang mit homologen Stämmen zu Rathe ziehen.

Man darf dabei freilich auch zwei Rechte nicht aufgeben; man darf nämlich erstens nicht vergessen, dass durch Zugrundegehen von Theilstrecken nach der Herstellung seitlicher Verbindungen Endausbreitungen auf ursprünglich untergeordnete Gefässe übergehen, und ich möchte hier an die Chorioides- und Irisgefässe des Kaninchens erinnern*). Bei diesem Thiere ist das aus der Arteria carotis interna entspringende, der Arteria ophthalmica entsprechende Stämmchen nur schwach und stellt nicht viel mehr wie die Netzhautarterie vor. Die Gefässe der Uvea dagegen kommen aus einer stärkeren Arteria ophthalmica externa, einem Zweige der Arteria maxillaris interna, welcher mit der Arteria ophthalmica interna anastomosirt. Trotzdem ist die Anordnung in der Chorioides und Iris doch so übereinstimmend mit anderen Säugethieren, dass man an der Homologie dieser Gefässe nicht zweifeln wird.

Man muss zweitens im Auge behalten, dass bekanntermassen Zweige und Aeste an den Stämmen „wandern“, was ja bei der Erläuterung der Gefässvarietäten eine so wichtige Rolle spielt. Aus diesem Grunde gebe ich auch meinen allzu ängstlichen Widerspruch

---

*) Ueber die Gefässe der Chorioidea des Kaninchens. Verhandl. d. phys.-med. Ges. zu Würzburg. Neue Folge. XVI. Bd. S. 25 ff. 1881.

dagegen, dass man die Glaskörperarterie des Frosches, welche am Corpus ciliare eintritt, derjenigen von Karpfen- und Aalartigen, welche die Papille des Sehnerven durchbricht, homolog setze, auf, nachdem sich gezeigt hat, dass die Knochenganoiden und Welse (Malapterurus, Amiurus catus) mit dem Frosche übereinstimmen, und bei Tautogolabrus adspersus, einem Pharyngognathen, die Ein- und Austrittsstelle der Gefässe innerhalb der Netzhautspalte selber, zwischen Papille und Ciliarrand liegen.

Man muss sich indessen doch, wenn man Homologien in den Verzweigungen der inneren Augengefässe zu verfolgen wünscht, vor der Hand darauf beschränken, sie innerhalb der Familien aufzusuchen, weil ja eben die Gefahr, analoge Bildungen mit homologen zu verwechseln, hier so gross ist. Um so mehr hat man Grund, die Uebereinstimmung hervorzuheben, welche in dem Stamme der primären Augenarterie selbst bei Repräsentanten der Wirbelthierklassen herrscht. Ich muss auch hier wieder auf die Untersuchungen Kesslers Bezug nehmen*), denen wir eine ebenso ausführliche als sorgfältige Erörterung über die Frage verdanken, in welcher Weise sich aus der einfachen capillaren, an der unteren Seite der Augenspalte gelegenen Schlinge, die einen oberen zuführenden und einen unteren abführenden Schenkel besitzt, die vollkommneren und bei verschiedenen Klassen eigenartigen Gefässausbreitungen im Innern des Auges entwickeln. Freilich werden diese Untersuchungen erst dann als abgeschlossen betrachtet werden dürfen, wenn die Verbindungen rückwärts sowohl bei Embryonen als bei reifen Thieren, sowie das Schicksal des unteren Schenkels der Schlinge bekannt sein werden. Aber es ist doch Klarheit darüber hergestellt, was aus dem oberen, in den Augapfel eintretenden Theil der Schlinge, eben der primären Augenarterie wird. Wir wissen nun, dass das Ende derselben bei der Eidechse und beim Hühnchen zu Grunde geht, und die Gefässausbreitungen, denen dieser Stamm Blut zuzuführen bestimmt ist — bei der Eidechse die des Zapfens, bei Vögeln die des Fächers — Seitensprossen sind. Für Säugethiere und Fische sowie für die ungeschwänzten Amphibien fehlt freilich noch eine genaue Einsicht. Als ein zweiter ebenso wichtiger Umstand, der auch erst durch Kessler in einer prägnanten Weise hervorgehoben worden ist, hat sich gezeigt, dass die definitive Arterie

---

*) Kessler, Zur Entwicklung u. s. w.

einen verschiedenen Platz in den Augen der genannten Thiere einnimmt, nämlich — ich will das mit einfügen, was ich selber hinzuthun kann*), — ausserhalb der Sclera bei ungeschwänzten Amphibien als Arteria ophthalmica (vereinigte Arteria hyaloidea und iridis), zwischen Sclera und Chorioides bei geschwänzten Amphibien als Arteria iridis, in der Netzhautspalte bei Vögeln als Arteria pectinis, oberhalb der Netzhautspalte bei Eidechsen als Arterie des Zapfens und bei den Fischen mit Processus falciformis als Arterie des letzteren; und in der Mitte des Glaskörpers bei Säugethierembryonen als Arteria hyaloidea. Die letztere setzt sich nach Abgabe der Glaskörpergefässe im engeren Sinne fort bis zum hinteren Linsenpol als Arteria capsularis und die Arteria processus falciformis endigt als Arterie des Linsenmuskels. Auf letztere komme ich weiter unten zurück.

Diese Verhältnisse sind, wie oben angedeutet, für die vergleichende Betrachtung des Glaskörpers von fundamentaler Wichtigkeit.

Aber es zeigt sich, wie gesagt, schon jetzt, dass man nach ausgedehnten Homologien innerhalb der Netze vergeblich suchen würde, und diejenigen Gefässausbreitungen, die man als selbständige Bildungen im Sinne der vergleichenden Morphologie aufstellen muss, sind folgende:

1) die Gefässe an der Oberfläche des Glaskörpers bei Kaltblütern, Fischen, ungeschwänzten Amphibien, Schlangen;

2) die Gefässe im Zapfen der Eidechsen (Blindschleiche, Chamäleon) und einiger Schlangen, sowie in dem der Schlangenembryonen;

3) die Gefässe im Processus falciformis von Fischen;

4) die Gefässe im Fächer der Vögel;

5) die Gefässe, welche die Linse umgeben bei Säugethierembryonen;

6) die Gefässe, welche sich im Glaskörper verbreiten, Glaskörpergefässe im engeren Sinne bei Säugethierembryonen;

7) die Netzhautgefässe der Säugethiere.

Das der primären Augenarterie entsprechende Gefäss ist also, um es durch einen Vergleich auszudrücken, ein Weidenstumpf, dem man alljährlich die Zweige stutzt, und der immer von Neuem ausschlägt. Diese Aufzählung soll keinen dogmatischen Wert haben, sie soll weder

*) Ueber die Gefässe im Auge und in der Umgebung des Auges beim Frosche. Ztschr. f. wiss. Zool. XXXV. Bd. S. 270. 1881.

im Wege sein, zu vereinigen, noch auch — was weit eher eintreten dürfte, besonders in der ersten Nummer — weiter zu trennen. Es ist mir nur vor der Hand daran gelegen, auseinanderzuhalten.

Ein Punkt aber tritt bei der vergleichenden Betrachtung noch ganz bemerkenswerth hervor, nämlich der, dass ein Theil dieser Einrichtungen nur fötalen Bestand hat. Es sind dies die oberflächlichen Gefässe gewisser Fische, die Gefässe im Innern des Glaskörpers bei Schlangen (Coronella) und die Glaskörpergefässe im weiteren Sinne von Säugethierembryonen. Die letzteren, der Gegenstand so vieler Untersuchungen, haben ihr Gegenstück in keiner Bildung reifer Wirbelthiere. Das ist es, was ihnen in der vergleichenden Betrachtung einen ganz besonderen Platz anweist. Die erwähnten Fische und Schlangen stehen insofern in einem sehr merkwürdigen Gegensatze, als von den inneren und äusseren Glaskörpergefässen, die sie in einem gewissen Stadium der Entwicklung zusammen besitzen, bei den einen die inneren, bei den anderen die äusseren zu Grunde gehen. Zur Aufklärung dieses wichtigen Verhältnisses lässt sich wohl zur Zeit nichts beibringen. Aber alles Gesagte zeigt in eindringlicher Weise, wie auf die Ausbreitung der Gefässe physiologische Bedingungen den ausgedehntesten Einfluss haben müssen.

Diese Erfahrung kann für den Physiologen nur angenehm sein. Er schöpft daraus die Hoffnung, hier ein von phylogenetischen Bedingungen wenig beeinflusstes Object für seine Erklärung zu finden: dabei sind Netzhautgefässe für ihn — und müssen es sein — einfach Netzhautgefässe, gleichviel ob sie aus dem Stamme der Arteria hyaloidea hervorgewachsen sind, wie bei Säugethieren, oder aus den Zweigen dieser Arterie, wie beim Aale.

Man zweifelt, wenn man Gefässe in der Retina findet, nicht daran, dass sie im physiologischen Sinne Retinagefässe, wenn man sie im Glaskörper findet, dass sie Glaskörpergefässe seien. Dagegen ist den Gefässen, die man an der Grenze von beiden trifft, nicht von vornherein anzusehen, welche Function sie besitzen. Ich habe schon bei einer andern Gelegenheit*) die Fragen sich gegenüber gestellt: „Sind die Glaskörpergefässe der Kaltblüter für die Retina oder sind sie für den Glaskörper da?“ Jedoch zunächst nur in dem ganz akademischen Sinne, um der einen Möglichkeit, die man von vorn-

*) Ueber Fischaugen. Sitzungsberichte d. Würzburger phys.-med. Ges. 1881.

herein für eine Wahrscheinlichkeit und Gewissheit genommen hatte, die ebenso starke entgegengesetzte Möglichkeit gegenüberzustellen und dadurch eine wirkliche, nicht voreingenommene Erörterung hervorzurufen. Es lässt sich, so lange man sich in dieser Frage auf Analogien und „allgemeine Gründe“ beschränkt, ungefähr immer das Gleiche zu Gunsten des Glaskörpers und der Netzhaut sagen. Beweise aber aus der normalen oder pathologischen Physiologie, oder durch das Experiment gibt es nicht, und es wird sehr schwer sein, letztere zu beschaffen, d. h. schwer, reine Experimente anzustellen. Beim Frosche z. B. wäre es wohl möglich, vielleicht sogar ohne sehr bedeutende Eingriffe, die Arteria ophthalmica ausserhalb der Sclera zu fassen, aber man würde damit zugleich den Kreislauf der Iris unterbrechen. Voraussichtlich würde man gleichzeitig in der Netzhaut und im Glaskörper Störungen hervorrufen, oder die einen als Folge der andern.

Sollte die Wirkung dieser Auseinandersetzung die sein, dass das Urtheil über den physiologischen Charakter der genannten Gefässe suspendirt wird, so wäre das alles, was ich erreichen will; denn ich möchte diese Alternative in ihrer scharfen Form überhaupt abschaffen. Man kann dem Blute, welches in ein Gefässgebiet an der Grenze zweier Theile hineinströmt, nicht wohl die Vorschrift mitgeben: „du hast nur den einen von beiden zu versorgen!“, und die Einschaltung der Gefässe in die Grenzhaut selbst (s. oben S. 29), der Umstand, dass mit Rücksicht auf den Transsudationsstrom Glaskörper und Netzhaut ein zusammenhängendes Gebiet ohne erhebliche Schranken darstellen (s. oben S. 28), machen es unzweifelhaft, dass die Glaskörpergefässe der Function nach nicht Gefässe des Glaskörpers oder der Retina sondern Gefässe des Glaskörpers und der Retina sind. Mit diesem Gesichtspunkt in einem gewissen Zusammenhange, aber viel rationeller ist es, zu fragen, ob diese Gefässe so angeordnet seien, dass in ihnen grössere Widerstände liegen, oder so, dass sie schnell durchflossen werden können, ob sie einen „transsudatorischen“ oder einen „nutritiven“ Typus haben. Es gibt auch in der That Differenzen dieser Art, beim Frosche z. B. einen „nutritiven“ Typus in der Mitte, also gerade vor der Gegend, die durch den Schakt am meisten in Anspruch genommen wird, einen „transsudatorischen“ dagegen in den Randtheilen, besonders oben. Ich bin indessen bei meinen fortgesetzten Untersuchungen und Ueberlegungen über Augengefässe zu einer gewissen Abneigung gelangt, nach dem anatomischen

Bilde viel zu schliessen. Jedenfalls sind aber die Gefässe auf der Oberfläche des Glaskörpers von gemischten Eigenschaften, während dagegen die im Fächer des Vogelauges einen ausgesprochen „transsudatorischen“ Charakter haben und dadurch, sowie durch ihre Dichtigkeit an die Chorioides erinnern.

Für die vorliegende Arbeit haben aber die Gefässe auf der Oberfläche des Glaskörper gewisser Kaltblüter nur Interesse als Glaskörpergefässe (in physiologischer Bedeutung); und sie gehören in diesem Sinne in eine Gruppe mit den Gefässen des Processus falciformis von Fischen, denen des Zapfens der Eidechsen, des Fächers der Vögel, zu welchen sich die oben genannten embryonalen Bildungen hinzugesellen (s. oben S. 45).

Ich will an dieser Stelle anschliessen, was ich von Glaskörpergefässen kennen gelernt habe. So oft man in früheren Arbeiten von solchen hört, handelt es sich stets, abgesehen von den fötalen Gefässen der Salmoniden*) und des Hechtes**), um Cyprinoiden oder um eine generalisirende Uebertragung auf alle Fische.

Diese Anordnung bei den Cyprinoiden ist dadurch charakterisirt, dass die Arterie an der Papille des Sehnerven eintritt und sich sogleich radiär, oder bei einigen bilateral***) ausbreitet, die Vene dagegen, als ein Ring an der Ora serrata gelegen, unten austritt.

An diesen Typus lassen sich zwei weitere anschliessen, von denen einer im Eintritt, der andere im Austritt mit dem Karpfentypus übereinstimmt.

Bei den Aalen nämlich benutzt die Arterie gleichfalls die Papille, um in's Innere des Auges zu gelangen, die Vene aber verlässt an derselben Stelle den Glaskörper. Unter ihnen ist unser Flussaal besonders dadurch ausgezeichnet, dass die venösen Ausbreitungen mit zwei Netzen von Kapillaren in die Netzhaut gerückt sind. Diese Gattung nähert sich also den Säugethieren im Verhalten der Gefässe.

Bei den Knochenganoiden andrerseits und bei den Welsen findet man das Ende der Vene und den Anfang der Arterie zusammen am untersten Punkte der Ora serrata, und sie ähneln darin den ungeschwänzten Amphibien.

---

*) Schenk, Sitz. d. k. Ak. d. Wiss. Math.-nat. Cl. 55 Bd. Wien 1867. S. 486, 488.

**) Kessler, l. c. S. 38.

***) Karpfen, Barbe.

Die Fische, bei denen ich diese drei Typen gefunden habe, sind:

1) mit Karpfentypus:
Cyprinus carpio
Catostomus commersonii (Lac) Jordan
Myxostoma macrolepidota (Le S.) Jordan
Barbus fluviatilis
Leuciscus cephalus
Abramis brama
Gobio fluviatilis
Leuciscus erythrophthalmus
Leuciscus dobula
Tinca vulgaris;

2) mit Aaltypus:
Conger vulgaris
Synaphobranchus pinnatus
Anguilla vulgaris;

3) mit dem Typus der Knochenganoiden und Welse:
Lepidosteus osseus
Polypterus Endlicheri Häckel
Calamoichthys calabaricus
Amia calva

Malapterurus
Amiurus catus (L) Gill.

Andere einfache oder Grundtypen als diese drei kann es nicht geben, alles Weitere sind Verschiedenheiten im Einzelnen oder Uebergänge.

Als solche hebe ich hervor:

1) das Verhalten bei Tautogolabrus adspersus, einem Pharyngognathen, bei dem sowohl Eintritt als Austritt innerhalb der Netzhautspalte liegen; und

2) das der Pleuronectiden:
Rhombus maximus
Hippoglossoides platessoides (Fabr.) Gill
Lophopsetta maculata (Mitch) Gill
Pseudorhombus dentatus (Linn) Gthr.
Pseudorhombus oblongus,

bei denen nur ein Theil des Glaskörpers von Gefässen mit weiten

Maschen überzogen ist, während bei Achirus lineatus, dessen Auge sich übrigens durch eine hinten sehr dicke Sclera auszeichnet, das Netz — soweit ich habe sehen können — die ganze Oberfläche einnimmt.

Ich gehe auf diese Verhältnisse nicht weiter ein, da ich keine naturgetreuen Figuren dazu geben kann, und das Bild ist hier in der That mehr als das Wort; ich besitze zwar die Präparate, welche einem solchen Zwecke genügen könnten, indessen zur Herstellung der Abbildungen ist es bisher nicht gekommen.

Bei der Aufzählung dieser Gefässe möchte ich, da sich gegenwärtig die Ophthalmoskopie dem vergleichenden Studium der inneren Augengefässe mehr als früher zuzuwenden beginnt, ein Wort zur Anknüpfung festerer Beziehungen mit dieser neuen Bundesgenossin tauschen. Die Anatomie wird bereitwillig die naturgemässeren Vorstellungen in sich aufnehmen, welche aus der Beobachtung des lebenden Objektes entspringen, und wird einen lebhaften Impuls erhalten durch die Aufgaben, welche ihr die Physiologie durch diese Vermittlerin stellen wird. Dieser Bund wird auch für die Ophthalmoskopie reiche Früchte tragen, da über die anatomischen Thatsachen bereits eine ansehnliche Literatur vorhanden ist. So ist es beispielsweise schon sehr lange bekannt, dass die arteriellen Zweige auf dem Glaskörper des Frosches aus einem Ringgefässe entspringen, welches an der unteren Seite des Corpus ciliare eintritt, und nicht an der oberen Seite der Sclera*). Letztere Angabe, die leider in Lehrbücher übergegangen ist**), verdankt ihre Entstehung einer Combination zweier Thatsachen, nämlich der, dass man mit dem Augenspiegel von oben her ein arterielles Gefäss herunterkommen sieht, und der, dass an der oberen Seite des Augapfels ein zweites Gefäss zu finden ist. Das erste ist indessen nichts weiter wie ein Zweig der Arteria hyaloidea und das zweite eine Vene. Diese „Untersuchung“ ist also nach anatomischen Begriffen durchaus keine Untersuchung, denn die Ana-

*) Berlin, Ueber Sehnervendurchschneidung. Klin. Monatsbl. für Augenheilk. 1871. p. 282.

**) Leber, Die Circulations- und Ernährungsverhältnisse des Auges. Gräfe-Sämisch, Handb. d. ges. Augenheilkunde. II. Bd. S. 312. — Chatin, Les organes des sens. Paris 1880. S. 511.

tomie verlangt, wenn zwei Gefässe für Theile von einem gelten sollen, den Nachweis der Continuität. Ich mache hierauf aufmerksam, weil man neuerdings die Angabe vom Eintritt der Arterie an der oberen Seite der Sclera wiederholt hat*). Uebrigens wird es jedem, der mit der Entwicklung des Auges bekannt ist, von vornherein sehr unwahrscheinlich sein, dass ein Gefäss auf irgend einer andern als der untern Seite, d. h. im Bereiche der Netzhautspalte auf den Glaskörper gelange. Augengefässe des Frosches aber zu präpariren, ist eine ungemein schwierige Aufgabe. Ich habe, während ich diese Präparationen machte, daneben Ophthalmoskopie des Frosches getrieben, z. Th. in Verbindung mit Herrn Dr. Brecht in Berlin, und ich spreche es auf Grund dieses combinirten Studiums mit Bestimmtheit aus, dass die Ophthalmoskopie ohne anatomische Controle nur eine fragmentarische Anschauung gewährt, und dass vor allem der Augengrund des Frosches nicht bis so weit nach vorn übersehen werden kann, als es die Ophthalmoskopiker — soweit meine persönlichen Erfahrungen gehen — zu glauben pflegen. Ich habe eine Abbildung der Glaskörpergefässe des Frosches gegeben**), auf welcher jede einzelne Kapillare ohne einen Schatten von Schematismus abgebildet ist, so dass von der anatomischen Seite her das Nöthige zum Vergleiche vorliegt.

Aber gerade auf dem Gebiete der Glaskörpergefässe des Frosches gibt es ein Beispiel für den Wert der ophthalmoskopischen Untersuchung: die venöse Natur der unterhalb der Papille gelegenen Wurzel war nämlich den Praktikern lange bekannt, ehe sie durch anatomische Untersuchungen nachgewiesen wurde.

Ich zähle nun diejenigen Fische auf, bei welchen ich die Oberfläche des Glaskörpers gefässfrei gefunden habe:

Petromyzon fluviatilis

Chimaera monstrosa

Mustelus vulgaris
Scyllium canicula
Raja Schultzii
Torpedo marmorata

---

*) J. Hirschberg, Zur vergleichenden Ophthalmoscopie. Arch. f. Anat. u. Phys., phys. Abth. 1882. 1. u. 2. Hft. S. 84.

**) Ztschr. f. wiss. Zool. XXXV. Bd. Taf. XIV. Fig. 17.

Acipenser sturio
Scaphirhynchus cataphractus

Ceratodus Forsteri

Esox lucius
Esox reticulatus Le S.
Coregonus fera
Salmo salar
Trutta fario
Argyrosomus Artedi (Le S.) Hoy

Gadus morrhua
Phycis tenuis (Mitch) De Kay

Perca fluviatilis
Pimelepterus Boscii
Thynnus vulgaris
Carangus pisquetus (C. u. V.) Grd.
Cynoscion carolinensis (C. u. V.) Gill
Cynoscion regalis (Bloch) Gill
Roccus chrysops (Raf) Gill
Eupomotis aureus (Walb) Gill u. Jordan
Xystroplites heros (B. u. G.) Jordan.
Ambloplites rupestris

Wenn man diese Aufzählung mit der ersten zusammenstellt, so zeigt sich innerhalb der Familien eine grosse Uebereinstimmung, sowohl bei den Fischen mit, wie bei denen ohne Glaskörpergefässe. Ausnahmen machen nur Anguilla vulgaris unter den Aalartigen und Achirus lineatus unter den Seitenschwimmern. Doch ist ja die Zahl der aufgeführten Fische immerhin beschränkt, und es würde vielleicht bei einer Vermehrung des Materiales sich manche Ausnahme von den Regeln einstellen.

Weit bemerkenswerter ist es jedoch, dass einerseits die Knorpelfische vom Neunauge bis zum Stör, andrerseits die Stachelflosser der Gefässe entbehren. Wenn man dagegen die übrigen Verhältnisse des Augeninnern und die Gefässe des ganzen Auges, die beiden Momente, welche ja in erster Linie mit den Glaskörpergefässen in Verbindung zu betrachten sind, heranzieht, so zeigt sich in beiden ein weitgehender Unterschied zwischen den Knorpelfischen und den Stachelflossern.

Unter den letzteren habe ich jedoch einen getroffen, dessen Glaskörperoberfläche sehr reich vascularisirt ist, Batrachus tau. Dieses Auge ist so eigenartig gebildet, dass es nicht nur von den Augen anderer Stachelflosser völlig abweicht, sondern auch unter den Fischen überhaupt, soweit meine Kenntniss reicht, ganz abseits steht.

Ich darf nicht unerwähnt lassen, dass H. Müller*) fälschlich dem Barsche (Perca fluviatilis) Glaskörpergefässe zuschreibt, da diese Angabe seitdem in die Literatur übergegangen ist**).

---

*) H. Müller, Gesamm. Schriften z. Anat. u. Phys. d. Auges. S. 68.

**) Manz, Anatomisch-physiol. Unters über die Accommodation des Fischauges. In.-Diss. Freiburg 1858. S. 10.

VI.

Zur Frage nach der Bildung des Glaskörpers.

Wenn es der Zweck der Entwicklungsgeschichte ist, die Entstehung der fertigen Gebilde des Körpers zu erklären, so konnte sie diese Aufgabe dem Glaskörper gegenüber deswegen nicht lösen, weil ihr von der Anatomie keine anerkannte, klare und scharfe Frage vorgelegt wurde. Sie nahm daher ihre Gesichtspunkte von einer anderen Seite, von der allgemeinen Gewebelehre, und betrachtete dabei den Glaskörper nicht als ein Gemisch fester und flüssiger Theile, sondern als eine gleichartige Masse.

Ein Einspruch gegen diese Lehre der Embryologie, welche den Glaskörper als eine homogene Substanz ansah, geschah nicht, um von ihr zu verlangen, sie solle mit Hülfe ihrer Zellen die Bildung der Häute erklären, sondern um nicht nur die Häute, sondern auch die Zellen selbst zu leugnen; d. h. um die letzteren als unwesentliche Bestandtheile, den Glaskörper selbst aber als ein Transsudat hinzustellen. Der Hauptvertreter dieser Ansicht, welcher dadurch vorgearbeitet worden war, dass die Chemie die Flüssigkeit des fertigen Glaskörpers zu einem Transsudat gemacht, und dadurch, dass manche Anatomen seine Zellen für Wanderzellen erklärt hatten, ist auf embryologischem Gebiete Kessler*).

Der Kern seiner Theorie ist von fundamentaler Wichtigkeit, und derselbe tritt deutlicher hervor, wenn man ihn von dem, was mehr sekundäre Bedeutung hat, trennt. Kessler nennt die Substanz des Glaskörpers „gallertig“ und lässt die in sie eingetretenen Elemente zu Grunde gehen, hält es aber für möglich, dass „eben durch dieses Aufgehen von Blutkörperchen in die Glaskörperflüssigkeit diese die gallertige Beschaffenheit“ annehme (l. c. S. 34).

---

*) Kessler, Zur Entwicklung des Auges der Wirbelthiere. Leipzig 1877.

Nun kann man es wohl als feststehend ansehen, dass überall da, wo isolirte Elemente im reichlichen Säftestrom einfach absterben, ihre Zerfallsprodukte fortgeschwemmt werden, ohne die Zusammensetzung wesentlich zu beeinträchtigen. Hier könnte daher nur an eine Umwandlung specifischer Art gedacht werden, an eine Metamorphose, und damit beweist gerade Kessler das, was er bekämpft. Denn das ist ja eben die Frage, die über allen Fragen steht, ob der Glaskörper nichts weiter sei als ein Produkt ganz allgemeiner Bedingungen, seien es nun Kräfte der Circulation oder welche sonst; oder ob er erzeugt werde durch lokale, specifische Bedingungen. Andrerseits ist natürlich auch der Nachweis, dass er eine Mesodermabildung sei, nur ein Schritt auf dem Wege, seine specifische Natur kennen zu lernen. Denn in der Betonung der letzteren lag ja gerade das Bedeutsame, indem ihm als einem „Schleimgewebe“, als „gallertiger Bindesubstanz“ eine besondere Stellung gegeben wurde.

Indessen es ist nach der ganzen Darstellung Kessler im Grunde an den Blutkörperchen ebenso wenig gelegen wie an der gallertigen Beschaffenheit. Er erwähnt nicht einmal, so oft er die ersteren nennt, ob es farbige oder farblose gewesen seien (l. c. S. 34, 38, 40, 41, 76, 80, 81), und wenn man auch für die späteren Stadien wohl an letztere zu denken hat, so ist doch ein solcher Ausweis auf der Stufe, in welcher es sich um die erste Anlage des Glaskörpers handelt, nicht überflüssig.

Was aber das Gallertige betrifft, so hat Kessler die Vorstellung, welche darüber mit Rücksicht auf reife Thiere und ältere Embryonen im Schwange ist, auf die frühen Stadien übertragen. Nun ist aber die Glaskörperflüssigkeit späterhin gar nicht gallertig, und wenn daraus auch für die embryonalen Zustände nichts gefolgert werden kann, so ist es eben nothwendig, die physikalischen Eigenschaften des Glaskörpers auf jedem Stadium der Entwicklung für sich selbst zu untersuchen.

Doch dies alles trifft den Kern der Theorie von Kessler nicht. Im Gegentheil, abgesehen davon, dass die Häute als ein neues Moment hinzukommen, wird die Sache einfacher und die Transsudation von vornherein wahrscheinlicher dadurch, dass es sich nach den Analysen der Chemie auch beim Erwachsenen um ein Transsudat handelt.

Ob die Gefässe, aus denen dieses Transsudat stammt, im Innern des Glaskörpers oder an seiner Oberfläche liegen, ist natürlich an

sich gleichgültig; nur ist die Sache in letzterem Falle deutlicher. Einmal aber zugegeben, dass der Glaskörper des Hühnchens als Transsudat entstehe*), zellenlos gebildet werde, so ist das von allgemeiner Bedeutung. Denn so grosse Verschiedenheiten im Einzelnen auch vorkommen mögen, so ist doch dieser Theil des Auges soweit übereinstimmend, dass Bedingungen, die ihn in dem einen Falle bilden, nicht im andern ganz unbetheiligt sein können. Und in der That kennt man bis jetzt kein Stadium in der Entwicklung irgend eines Thieres, in welchem die Zellen im Glaskörper auch nur so dicht lägen, wie das Mesodermagewebe in der Umgebung des Auges. Im Gegentheil sind sie stets durch grosse Zwischenräume von einander getrennt und liegen isolirt in der Flüssigkeit. Wenn aber eine Masse von Zellen allein ausgebildet sein soll, so müssen wir zu irgend einer Zeit die letzteren zusammenhängend treffen. Niemand wird also überhaupt daran denken, die Transsudation ganz von der Bildung des Glaskörpers auszuschliessen, sondern es kann sich nur darum handeln, festzustellen, ob innerhalb dieses Transsudats den Zellen noch eine specifische Rolle zukomme oder nicht.

Diese Frage müsste dann sofort bei dem Vorhandensein der Häute in zwei Fragen zerlegt werden: ob die Zellen an der Mischung der Glaskörperflüssigkeit oder an der Bildung der Häute betheiligt seien. Man würde jedoch nicht nöthig haben, diese Trennung, die zu weiteren mühsamen Untersuchungen führen müsste, zu machen, falls es gelänge oder schon gelungen wäre, nachzuweisen, dass alle Zellen im Glaskörper nur Gefässsprossen oder farblose Blutkörperchen seien.

Da es sich um eine Flüssigkeit handelt, so darf man die ganze Frage nicht abschliessen, bevor die Chemie versucht haben wird, soweit rückwärts, als sie kann, diese zu untersuchen; um so mehr als bei der indifferenten Gestalt der „Glaskörperzellen" die Morphologie hier nicht viel zu sagen weiss. Es liegt angesichts dieses Umstandes sehr nahe, sie für ein und dasselbe zu halten, wie farblose Blutkörperchen, aber es fehlt noch der Beweis; ja es kann sogar sein, dass auch noch letztere hier einwandern, wo schon eine ihnen gleiche Zellenform ihren Platz hat. Die Unmöglichkeit der Unterscheidung ist kein Grund gegen die Scheidung, sondern nur ein Hinweis darauf, dass die Ent-

*) Siehe über die Auffassung des Glaskörpers als Transsudat. Kölliker, Entwicklungsgeschichte d. Menschen u. d. höheren Thiere. Leipzig 1879. S. 645 u. 647.

scheidung auf anderen Wegen gesucht werden müsse. Und in dieser Hinsicht kann die Anatomie nichts thun, als die Vertheilung dieser „Glaskörperzellen" in allen Stadien der Entwicklung genau festzustellen.

Das Material hierfür ist nicht so weit da, um schon jetzt eine Uebersicht bieten zu können. Ich will jedoch hier anschliessen, was ich bei den erwähnten Embryonen der glatten Natter gefunden habe.

Die meisten von diesen Zellen (Fig. 8 der Tafel) nähern sich einer runden Form, wenn sie auch selten völlig rund sind; zuweilen haben sie einen Anschein von etwas Eckigem, viele sind in Zipfel, meist nur auf einer Seite, ausgezogen, und andere besitzen eine Einschnürung ihres Leibes. Aber diese Verschiedenheiten sind nicht so gross, und vor allem, es gibt keine constanten Verschiedenheiten, dass man sie in Arten trennen, etwa runde oder sternförmige unterscheiden könnte. Alle diese Zellen haben ein sehr gesundes Aussehen, es finden sich an ihnen keine Zeichen eines herannahenden Unterganges. Es gibt neben ihnen auch farbige Blutkörperchen im Glaskörper, aber in der Verwertung dieses Befundes möchte ich wie gesagt nach anderen Erfahrungen sehr vorsichtig sein.

Was nun die Vertheilung betrifft, so liegen diese Elemente in allen Theilen des Glaskörpers, aber nirgends reichlich, nirgends in Gruppen, sondern stets durch sehr weite Zwischenräume von einander getrennt. Man muss daher zwar unbedingt sagen, dass der Glaskörper der glatten Natter in diesem Stadium zellenarm sei, aber er ist nicht zellenlos. Und so verhält es sich doch mit allen Embryonen. Für das Hühnchen gibt Kessler die Anwesenheit von Zellen, zwar nur vom dritten bis zum sechsten Tage, an; reichlicher hat sie Lieberkühn gefunden*), sowie am zehnten Tage Iwanoff (l. c. S. 169); und selbst die Augenblasenspalte des Triton, in dessen Auge nie ein Blutgefäss gelangt, wird, wie gerade Kessler erwähnt (l. c. S. 43), „von einigen wenigen Kopfplattenzellen durchwandert".

Wenn ich diese Thatsachen, die man freilich als spärliche bezeichnen muss, überblicke, so komme ich zu der Meinung, dass zwar der Glaskörper zum grossen Theil einer Transsudation seinen Ursprung

---

*) Lieberkühn, Ueber das Auge des Wirbelthierembryo. Schriften der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften zu Marburg. Cassel 1872. S. 316.

verdanke, dass man aber bis jetzt kein Recht habe, specifische „Glaskörperzellen“ auszuschliessen. Weder lässt sich dies auf ihre geringe Zahl begründen, noch auf ihre Form. Man mag diese Form eine indifferente nennen, obwohl eine viel genauere Analyse der embryonalen Stadien dazu nöthig wäre, als sie aufgewendet worden ist, aber eine morphologische Indifferenz schliesst die physiologische nicht ein, und darauf kommt es an. Ausser der Unbestimmtheit der Form ist es die Fähigkeit der Gestaltveränderung, auf welche hin man sie für „indifferente Zellen“, für ausgewanderte farblose Blutzellen erklärt hat. Aber das ist nur eine Verallgemeinerung und kein Beweis. Wenn man endlich an der Oberfläche des Glaskörpers erwachsener Thiere Zellen langsam absterben sieht, so kann es ganz wohl sein, dass nach der Fertigstellung der Struktur, bei der Verringerung der Aufgabe für Zellenthätigkeit und der Veränderung der Mischung der Flüssigkeit, die überzähligen Elemente zu Grunde gehen, wobei ich mir gar kein Urtheil zutraue, was hier Formen des Zerfalls und Formen der Funktion seien. Nichts aber steht im Wege, dass wirklich „Wanderzellen“ in den Glaskörper hineingelangen. Dieselben sind dann von „Glaskörperzellen“ einfach nicht zu unterscheiden. Es ist dies eben eine Grenze der Morphologie, und es treten hier ganz andere Erwägungen und Methoden ein, vor allem, wie gesagt, die chemische. Ich möchte hier darauf hinweisen, dass die Glaskörperflüssigkeit aus einem nicht mehr vascularisirten Kalbsauge sich gegen Chromsäure anders verhält, wie die aus einem Ochsenauge, indem sie sich bereits bei einem Zusatze dieses Reagens trübt, welcher die letztere noch klar lässt.

Das Vorliegende genügt natürlich nicht, um in dieser difficilen Frage etwas Bestimmteres sagen zu können, aber ich möchte diese Betrachtungen damit schliessen, dass, wenn man aus der Betheiligung an dem Aufbau eines eigenartigen, wenn auch nur bis zu einem gewissen Grade specifischen Produktes, wie es der Glaskörper ist, lokale eigenartige Einflüsse ganz verdrängen will, man dies nur thun kann, nachdem alle möglichen Versuche, solche aufzufinden, angestellt und fehlgeschlagen sind.

VII.

Ueber die Rolle, welche die Zellen im Glaskörper erwachsener Thiere spielen.

Sollte die Glaskörperflüssigkeit ein Gemisch von Transsudat und Zellenprodukt sein, so müsste man doch diese beiden Faktoren je nach Umständen in sehr verschiedenen Verhältnissen zu einander treffen. Bei Erwachsenen, bei denen die Zellen so sehr zurücktreten, wird diese Flüssigkeit nicht viel mehr sein, als ein Transsudat; vielleicht aber lässt sich ein Einfluss der Zellen doch noch bemerken in einem*) besonderen chemischen Verhalten, nämlich darin, dass die Glaskörperflüssigkeit der vorderen Augenkammer, schwach angesäuert und gekocht, doch immer trüb bleibt, während „sich das Albumin des Kammerwassers bei dieser Behandlung sehr leicht flockig absetzt und über sich eine völlig klare Lösung lässt".

Bei Embryonen werden die beiden Komponenten in einem andern Verhältnisse stehen wie bei Erwachsenen, bei einem Thiere wird sich die Sache so, beim andern so gestalten. Nimmt man zu diesem Gröbsten der rein quantitativen Mischung die Verschiedenheiten der Blutarten, aus welchen diese Transsudate stammen, die Verschiedenheiten der Zellen, die in ihren Leistungen gewiss nicht weniger different sind, wie in ihren Formen, so muss man eine Fülle von Nüancirungen der organischen Verbindungen des Glaskörpers erwarten, in deren Feinheiten die Chemie niemals ganz eindringen wird.

---

*) Lohmeyer, Beiträge zur Histologie und Aetiologie der erworbenen Linsenstaare. Ztschr. f. rat. Med. N. F. V. Bd Heidelberg 1854. — Cahn, Zur physiol. und pathol. Chemie des Auges. In.-Diss. 1881.

Die Physiologie betrachtet die Glaskörperflüssigkeit, abgesehen von dem optischen Verhalten, unter zwei Gesichtspunkten: als eine ernährende und eine strömende, und es lässt sich nichts dagegen einwenden, dass man sie das eine mal in dem einen, das andere mal in dem andern Sinne ausschliesslich ansehe. Wenn aber diejenigen, welche mit Rücksicht auf die Frage des intraokularen Druckes nur den Flüssigkeitsstrom verfolgen, dabei von „Ernährung" des Glaskörpers sprechen, so ist das um so schlimmer, da sie damit der andern Seite der physiologischen Betrachtung den ihr zukommenden und nothwendigen Terminus entziehen. Denn das Zu- und Abfliessen des Transsudates ist zwar ein „Stoffwechsel", ebenso wie das Strömen des Wassers in einem Bach, aber nicht im Sinne einer „Ernährung".

Für die Stellung der Glaskörperflüssigkeit als ernährendes Fluidum kommt ihre Mischung im Ganzen, für die Strömung im Auge nur die Transsudation in Betracht.

Mit den Häuten des Glaskörpers tritt ein neues Element auch in die embryologische Betrachtung ein. Man könnte ja meinen, dass die Zellen nun blos dazu da seien, die Häute zu bilden, womit beide aufs Beste versorgt wären. Indessen die erwähnten Präparate von Embryonen der glatten Natter lehren darüber gar nichts. Man sieht zuweilen Striche (Querschnitte von Häuten) mit Zellengrenzen zusammenfallen, aber das besagt ja nichts. Die Zellen haben durchaus nicht die Form, als seien sie dazu bestimmt, an Membranen anzuliegen, ebenso wenig stehen sie mit Fasern in Verbindung, und es ist etwas verhältnissmässig Seltenes, dass sie gerade so an die Wand anstossen, wie die zwei auf der Abbildung (a in Fig. 1 der Tafel). Auch sind sie im Ganzen, im Vergleich mit den unzähligen feinen von Häuten begrenzten Fächern von verschwindender Menge.

Ich weiss sehr wohl, dass dadurch die Zahl der Räthsel vermehrt wird, aber vielleicht wird es zu ihrer Lösung beitragen, das Auffallende erst einmal recht scharf hervorzuheben.

Was nun die Zellen in den Glaskörpern Erwachsener betrifft, so knüpfe ich an die öfters gemachte Bemerkung an, dass sich dieselben stets in der Nähe von Gefässen halten. Wenn man darauf einmal aufmerksam geworden ist, so wird man es auch in anderen Stadien der Entwicklung so finden, und wenn man daher bei Säugethierembryonen im Innern des Glaskörpers Zellen traf, so hat man

immer mit Recht dieselben als an die Existenz der Gefässe geknüpft angesehen, denn mit dem Verschwinden der letzteren gehen auch die Zellen zu Grunde. Davon machen aber die erwähnten Schlangenembryonen und der Stör eine Ausnahme, indem bei jenen die Zellen durch den ganzen Glaskörper zerstreut sind, bei diesem die Gefässe fehlen.

Der letztere unterscheidet sich jedoch von den ersteren darin, dass bei ihm die Zellen auf die Oberfläche beschränkt sind; und in diesem Punkte gleichen ihm, soweit meine Erfahrungen gehen, alle Fische, die überhaupt „Glaskörperzellen" besitzen.

Es ist dies ein Umstand, der damit nicht abgemacht ist, dass man sagt, diese Zellen liegen in der Nähe von Gefässen. Denn wenn es auf die Nähe der letzteren ankäme, so könnten sie ja ebenso weit in den Glaskörper hinein sich ausbreiten wie über die Oberfläche hin und auf der letzteren hart an den Gefässen liegen. Aber sie thun weder das eine noch das andere, sondern sie sind eben nur an der Oberfläche, und zwar auch beim Stör, der keine Gefässe hat; wo aber solche vorhanden sind, da füllen sie, wenn sie auch keine regelmässige Anordnung haben, den Raum doch einigermassen gleichmässig aus, darin wieder unbekümmert um die Gefässe, worin sich also neben aller Abhängigkeit Selbstständigkeit ausspricht. Sie sind auch nicht etwa ein Plattenepithel, sondern ein solches kommt vielleicht noch extra, unabhängig von ihnen, entweder zugleich mit ihnen, oder ohne sie vor.

Diese Dinge lassen sich indessen nur bei Fischen mit einiger Gewissheit bis jetzt verfolgen, denn bei anderen Thieren sind die Formen, die man findet, wie gesagt, so indifferent, dass eben niemals sicher zu entscheiden ist, ob man nicht farblose Blutzellen vor sich habe.

Man könnte, da die Fische, wie wir sie bekommen, immer noch wachsend sind, Bedenken tragen, ob nicht, was man an ihren Glaskörpern findet, ein noch unreifer Zustand sei. In der That trifft man auch Sprossen an den Gefässen; ich habe es beim Seeaal und bei Cyprinoiden bemerkt. Aber das sind Dinge von untergeordnetem Wert, denn alles, was wir sehen, zeigt so sehr den Stempel des Definitiven, fertig Angelegten, dass es nicht darauf ankommen kann, ob der Fisch etwas älter oder jünger sei.

Die Zusammengehörigkeit der „Glaskörperzellen“ und Gefässe spricht sich nun weiter bei Fischen darin aus, dass um die Gefässe zuweilen Scheiden gelegt sind aus ganz denselben Zellen, wie sie daneben vorkommen. Sehr auffallend ist das bei Rhombus maximus. Neben den Kapillaren läuft auf dem optischen Längsschnitt jederseits eine Reihe von Zellen einher (Fig. 6 der Tafel), welche zwischen einer runden und viereckigen Form schwanken; und da sie eng aneinander schliessen, so bilden sie — man kann es nicht anders bezeichnen — ein kubisches Epithel. Anfangs wusste ich nicht, was ich aus ihnen machen sollte, bis ich bemerkte, dass zwischen der Wand der Kapillaren, die nur durch eine scharfe mit Kernen besetzte Linie repräsentirt war — was auch bei Lepidosteus, Polypterus, Malapterurus, Conger, Anguilla, Cyprinus der Fall ist — und den angrenzenden Zellen öfters ein Spalt von nicht unbeträchtlicher Ausdehnung vorkäme, und nun war es leicht zuweilen zu sehen, wie ein Gefäss im Innern des umhüllenden Schlauches in leichtem Bogen von der einen Wand gegen die andere hinüberzog, so dass hüben und drüben alternirend ein Spalt entstand. Diese Zellen stehen nicht in der strengen Ordnung, in welcher man Epithellagen bei Warmblütern zu treffen pflegt. Viele von ihnen ragen über die andern hervor, auch legen sich streckenweise neue Gruppen auf, und an den stärkeren Gefässen vermehren sie sich so, dass sie eine dicke Schicht bilden. Ob zwischen diesen Scheiden und den Gefässen im Leben ein offener Spalt vorkomme, oder ob je nach der Füllung die Gefässe bald den Raum vollständig bald nur unvollständig ausfüllen, kann ich nicht entscheiden. Indessen das ist ja von untergeordneter Wichtigkeit. Was macht aber hier dieses kubische Epithel, dessen Zellenform mit der übereinstimmt, die sich auch unabhängig von den Gefässen über den Glaskörper ausbreitet? Sind diese zum Epithel geordneten und die freiliegenden Zellen die Elemente, welche specifische Bestandtheile produciren und der Glaskörperflüssigkeit beimischen? Es ist noch nicht gerathen, solche Schlüsse zu ziehen und noch weniger dieselben zu verallgemeinern. Nur will ich noch angeben, was ich bei anderen Fischen gesehen habe.

Tautogolabrus, welcher Rhombus darin gleicht, dass die ganze Masse seines Glaskörpers weich, aber doch dicht, die Oberfläche nicht deutlich different und nicht ganz von Gefässen überzogen ist, und

darin, dass die letzteren spärlich sind und weite Maschen bilden, hat gleichfalls ein kubisches, vielleicht noch grösseres Epithel; aber meine Präparate lassen nichts Weiteres erkennen.

Beim Seeaal (s. oben S. 35) lässt das zarte blasse Netz, welches oben erwähnt ist, zu den Seiten der Gefässe einen Raum frei.

Bei Polypterus und Malapterurus scheint sich zuweilen neben den Kapillaren noch eine zweite feine Linie hinzuziehen.

Beim Karpfen ist die Gefässwand zuweilen durch einen Zwischenraum von einer angrenzenden Zellenlage geschieden, über deren Natur ich nicht ganz klar geworden bin.

Das, was uns hier nahe gelegt wird, nämlich an eine Einwirkung von Zellen auf die in den Glaskörper hineingelangenden Stoffe zu denken, das ist für den Menschen, resp. für Säugethiere schon ausgeführt worden*), aber in einer ausschliessenden Weise, ohne dass dabei der Transsudation eine Rolle zuertheilt wäre, und es wird sich am besten an einer kurzen Uebersicht dieser Theorie selber ergeben, wie unmöglich dieselbe ist.

Man muss sich zunächst in die Vorstellung hineinleben, dass die Grenzhaut nicht nur für Wasser so gut wie undurchlässig sei, sondern dass sie auch eine ungemeine Starrheit, eine grössere Widerstandskraft wie Sclera und Cornea zusammen, besitze (l. c. 347). In den auf diese Weise abgeschlossenen Glaskörperraum führen nur zwei Pforten, die eine am Corpus ciliare, die andere an der Papille des Sehnerven. An beiden gibt es Zellen, von denen die am Corpus ciliare die Flüssigkeit in den Glaskörper hinein-, die an der Papille sie hinausschaffen (l. c. S. 349). Beim Tode der ersteren hört der Zufluss, bei dem der letzteren der Abfluss auf (l. c. S. 349); in ersterem Falle verringert sich, in letzterem vermehrt sich das Volum des Glaskörpers (und man kann daraus, dass nun die so unnachgiebige Membran ausgedehnt wird, ersehen, mit welcher Leistungsfähigkeit diese Zellen arbeiten).

Es ist im Vorhergehenden eine Reihe von Fragen aufgetaucht, nur durch Berücksichtigung nachembryonaler Verhältnisse. Es zeigt sich darin, wie richtig es sei, die Erforschung des Glaskörpers am

*) Klebs, Zur normalen und pathologischen Anatomie des Auges. Arch. für path. An. u. Phys. XIX. Bd. S. 321. 1860.

Erwachsenen ganz für sich zu betreiben und die Entwicklungsgeschichte zwar heranzuziehen, um das, was man gefunden hat, zu erklären; aber nicht, um deren Meinungen auf das fertige Gebilde zu übertragen. Auch diese beiden Forschungen müssen in gegenseitiger Abhängigkeit und Unabhängigkeit arbeiten, indem sie sich zwar beständig controliren und beleuchten, aber jede für sich selbst einsteht. Es ist daher beispielsweise wohl möglich, dass der Glaskörper in seiner ersten Anlage ein Transsudat sei, dass seine Flüssigkeit auch beim Erwachsenen nur als ein solches bestehe, und dass doch dazwischen in einer gewissen Periode der Entwicklung wesentlich andere Bedingungen existiren.

Aehnlich möchte ich das Verhältniss der Abhängigkeit und Selbstständigkeit der Lehre vom Glaskörper gegenüber der allgemeinen Gewebelehre auffassen.

Wenn gesagt wird: „das Glaskörpergewebe stehe auch später dem Bindegewebe am nächsten, unterscheide sich von allem anderen Bindegewebe aber vor Allem durch den Mangel fixer Zellen (Endothelzellen), sowie durch das Zurücktreten der Fibrillen und die Massenhaftigkeit der interfibrillären Substanz, die dann ihrerseits wieder durch den grossen Wassergehalt von der Kittsubstanz des fibrillären Bindegewebes sich unterscheide. Es scheine die Annahme die einfachste, die ganze innerhalb der Hyaloidea zwischen ihr und der Membran des Centralkanals liegende Masse einem von einer Endothelscheide umhüllten primären Bindegewebsbündel gleich zu setzen; nur sei der endotheliale Ueberzug ersetzt durch eine elastische Membran, die Hyaloidea, während im Innern die Fibrillen durch die ausserordentliche Zunahme der interfibrillären Substanz auseinandergedrängt und zerstreut seien«*) — so ist doch der Elasticität des Schemas etwas viel zugemuthet. Der allgemeine Begriff, welcher den speciellen einschliessen soll, ist hier auf's Aeusserste gedehnt, so dass vielleicht die Definition des Bindegewebes noch den Triumph hat, den Glaskörper als einen der Ihrigen ansehen zu können, das Verständniss des letzteren aber leidet. Diesem ist vielmehr gedient mit folgender

---

*) Schwalbe, Mikroskopische Anatomie des Sehnerven, der Netzhaut und des Glaskörpers. Gräfe-Sämisch, Handbuch der gesammten Augenheilkunde. I. 1. S. 476.

Definition: Zellen, die so spärlich sind, dass man sie vernachlässigen kann, Fibrillen, die auf bestimmte, differenzirte Stellen beschränkt sind, so dass sie für den allgemeinen Begriff nicht in Betracht kommen, und eine Flüssigkeit, die sich entweder gar nicht oder nur sehr wenig von einem Transsudat unterscheidet; dafür aber Häute, welche nach allen Richtungen durch die Flüssigkeit ausgespannt sind.

Der Glaskörper des Erwachsenen ist eben kein werdendes, sondern ein fertiges, kein schematisches, sondern ein eigenartiges Gebilde.

VIII.

Bemerkungen über Fischaugen.

Ich wende mich im Folgenden dem Befestigungsapparate der Fischlinse zu, also einer Frage, die weniger allgemeines Interesse besitzt, wie manche der bisher besprochenen, deswegen jedoch, weil hier ein für die Funktion wichtiger Theil eine ganz eigene Richtung der Entwicklung genommen hat, Theilnahme verdient. Wir müssen bei dieser Gelegenheit auf den kleinen Körper an der unteren Seite der Linse stossen, welcher seit Haller den Namen „Campanula“ trägt.

Leydig schloss seine Mittheilung, durch die man zum ersten Male erfuhr, dass dieses Gebilde ein Muskel sei, mit den Worten: „dass dieser Muskel auf die Akkommodation des Auges einen bedeutenden Einfluss wird ausüben können, liegt gewiss nahe. Es wäre zu wünschen, dass Forscher, welche sich speciell mit den Bewegungen der Linse beschäftigen, ihre Aufmerksamkeit in dieser Beziehung dem Fischauge zuwenden möchten“*). Es kann gewissermassen als eine Erfüllung dieser Forderung angesehen werden, wenn sechs Jahre später eine eigene Arbeit sich mit der Funktion dieses Muskels beschäftigte. Davon hatte die Anatomie selbst den nächsten Vortheil, denn es bedurfte nur der Gesichtspunkte, um die Aufmerksamkeit auf neue Thatsachen zu lenken, und so hat Manz**) die anatomische Kenntniss dieser Gegenstände gefördert. Trotzdem gibt es bis heut keine Darstellung, nach welcher sich der Leser eine deutliche Vorstellung von diesen Theilen machen könnte, und eine solche wenigstens hoffe ich im Folgenden zu liefern. Demgegenüber will ich gleich hier

---

*) Leydig, Beiträge zur mikroskopischen Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Rochen und Haie. Leipzig 1852.

**) Manz, Anatomisch-physiologische Untersuchungen über die Accommodation des Fischauges. In.-Diss. Freiburg 1858.

bemerken, dass ich mich bei der Feinheit des Gegenstandes und Mängeln des Materiales in meinen Angaben sehr beschränken muss, und dass die Differenzen so grosse sind, dass alle Verallgemeinerungen vor der Hand ausgeschlossen sind. Leider bin ich dadurch gezwungen gewesen, einen Gegenstand, der bereits die Stufe physiologischer Spekulation erklommen hatte, auf die der empirischen Feststellung zurückzuführen und der Literatur, die so sehr abgerundeter Darstellungen bedürftig ist, ein Fragment zu bieten.

Wie sich der Befestigungsapparat der Linse dem Glaskörper gegenüber verhalte, das ist in einem früheren Abschnitte dieser Arbeit bis zu einem gewissen Punkte besprochen worden. Hier muss nun weiter gefragt werden, wie es vor demselben, also an der hinteren Linsenfläche aussehe. Das ist um so wichtiger, als Manz hier zwischen dem Befestigungsapparate und der Iris ein besonderes Häutchen beschreibt. Seine Schilderung ist insofern nicht recht deutlich, als das letztere in seinem oberen Abschnitte einfach als „eine zarte leichtzerreissliche Membran“ (l. c. S. 11), im unteren dagegen als „oberstes Blatt der Hyaloidea“ (l. c. S. 10) bezeichnet wird. Nun hat nie jemand behauptet, dass die Membrana hyaloidea geschichtet sei, aber es könnte ja sein, dass dieselbe sich im Fischauge vorn spaltete. Was aber diesem Häutchen erst seine Wichtigkeit gibt, ist der Umstand, dass es Gefässe enthält, und zwar spricht sich Manz darüber gar nicht unbestimmt, sondern ganz eingehend aus: „Aus dem Ringgefäss treten gegen die Peripherie der Linse feine Gefässchen, welche durch Theilungen und Anastomosen im obersten Blatt der Hyaloidea ein feinmaschiges Netz bilden“ (l. c. S. 10) und an der andern Stelle, wo der Theil des Häutchens geschildert wird, der zwischen dem Ligamentum suspensorium lentis und der Iris liegt (l. c. S. 12), heisst es: „entlässt feine, unter sich häufig anastomosirende Gefässchen in jene Membran, nicht aber in das Band selbst, welches gefässlos ist“. Ich begann, als ich dies wieder und wieder las und beim besten Suchen nie ein einziges Gefäss finden konnte, an meiner eigenen Beobachtungsgabe zu zweifeln. Doch fand ich bei Haller das Folgende*). Vom Hechte heisst es daselbst (S. 255): Circulus vitrei corporis ex campanula natus manifestus est, non perinde vascula, neque anteriora neque posteriora; vom Karpfen (S. 256): Ex plumula lentem crystally-

*) Alberti v. Haller, Operum minorum. Tom III. Lausannae 1768.

nam sustentante vas rubrum duplex exit, quod hinc et inde divaricatum duplicem circulum facit, circa tunicae vitreae adhaesionem ad uveam. Inde plurimi rami nascuntur, per anteriorem corporis vitrei convexitatem divisi et eorum ramorum plurimi retrorsum ad vitreum corpus redeunt; und so weiter bei den übrigen Fischaugen, deren im Ganzen Haller elf beschreibt. Da er aber bei jedem einzeln angibt, was er beobachtet habe, so ist er glücklicherweise gut zu controlliren, und da stellt sich denn zunächst heraus, dass er bei allen den Fischen, welche thatsächlich keine Glaskörpergefässe besitzen, Salmoniden und Hecht, nur ein Ringgefäss, bei Cyprinoiden dagegen deren zwei gefunden hat. Das eine von diesen und das einzige jener Fische ist aber nichts anderes als die Pars ciliaris retinae, welche bei der Zergliederung des Auges dem Glaskörper folgt und als ein nach der Behandlung mit Reagentien weisser Ring an derselben Stelle liegt, wo man bei Cyprinoiden die Ringvene trifft. Was aber die Gefässe anbelangt, die aus dem oder den Ringgefässen gegen die Linse hintreten, so ist für sie von Haller nicht viel zu gewinnen: zweimal stellt er sie in Abrede, viermal erklärt er sie für ungewiss, einmal sagt er vasa vel plicae, nirgends aber gibt er sie bestimmt an. Man sieht also, Haller findet diese Gefässe nicht zufällig, sondern er sucht nach ihnen (omni labore meo non potui haec vasa satis certo videre l. c. S. 260), entweder aus ganz allgemeinen Gründen oder wegen einer Analogie. Vielleicht gab es schon zu Haller's Zeit eine derartige Ansicht; vielleicht sind daran Glaskörpergefässe von Säugethierembryonen mitbetheiligt. Ohne Zweifel aber haben diese Traditionen von Haller her auf die Arbeit von Manz eingewirkt, was sich auch darin zeigt, dass er die Ringvene eine Arterie nennt.

Blutkörper findet man an der genannten Stelle sehr oft, wie auch bei Fröschen vielleicht immer; aber das Vorkommen von Blutkörpern ausserhalb von Gefässen ist bei Kaltblütern eine sehr gewöhnliche Sache, zumal bei Fischen, die „geschlagen“ worden sind, und deren Augen man oft blutunterlaufen sieht.

Man darf wohl sagen, dass das Häutchen, welches Manz hier gefunden hat, die Pars ciliaris retinae mit der hinteren Grenzhaut der Iris gewesen sei.

Bei den Haifisch- (Mustelus vulgaris) und Störaugen, welche ich zur Untersuchung besass, und die ich einige Wochen, nachdem sie in Müller'sche Flüssigkeit gelegt waren, zerschnitt, konnte ich ein un-

gefärbtes Häutchen von der hinteren Fläche der Iris abziehen. Bei Mustelus war dasselbe so derb, dass es in grossen Partien abging und gewiss bei geeignetem Verfahren in einem Stücke dargestellt werden könnte; beim Stör dagegen war es zarter und überdies fester mit der Pigmentlage verbunden, so dass es nur in kleinen Fetzen zu gewinnen war. Es war bedeckt mit gleichmässigen und geballten Gerinseln und zeigte nichts, was man mit Bestimmtheit für eine charakteristische Struktur hätte halten können. Bei Knochenfischen habe ich dagegen bei den wenigen Versuchen in dieser Richtung nichts gewonnen. Es war zwar auch häufig eine weissliche Schicht an der hinteren Irisfläche, es liessen sich sogar kleine Fetzen davon isoliren bei Cyprinoiden, beim Dorsch, aber sie waren immer weich und bestanden aus einer feinkörnigen Masse; dies war also ein Niederschlag, der übrigens immer einige farbige Blutkörperchen und bei einem Karpfen schöne runde Zellen einschloss.

Dagegen mit dem Glaskörper in Verbindung fand sich, ganz übereinstimmend zunächst bei Seeaal und Felchen, eine sehr bemerkenswerte Haut. Im Ganzen schien sie ringförmig zu sein, relativ schmal, auf den Glaskörperwall, also den Irisrand beschränkt. Sie endigte mit einem glatten, scharfen Rande. Sie begann an der Linie, welche der Ora serrata entspricht und besass folgende Differenzen, von der Ora serrata beginnend, gegen den freien Rand. Zunächst trägt sie regelmässige Zellen mit runden Kernen, aber man sieht nicht eigentlich die Zellgrenzen, sondern von freien Linien begrenzte eckige Felder, so dass jede Zelle in einem Fache zu stecken scheint, und das Bild der Felder im Ganzen an die Zeichnung einer Bienenwabe erinnert. Die Zone dieser Zellen ist nicht sehr breit; gegen den Rand hin nehmen die eckigen Felder eine längliche Form an, und da, wo die Zellen aufhören, setzen sich starre, kurze Fasern, von dem gleichen Aussehen wie die Wände der Fächer, in radiärer Richtung fort, so dass die letzten langgezogenen Felder mit den Kernen in ihnen und den sich an sie anschliessenden Fasern den Eindruck von Spindelzellen machen. Auf dem nun folgenden breiteren zellenfreien Theile der Haut findet man noch weiterhin netzförmige eckige Zeichnungen. Gegen den Rand hin tritt dagegen eine andere Struktur hervor, nämlich eine circuläre Streifung, die auf einer die ganze Substanz der Platte betreffenden Zusammensetzung beruht, denn an Rissstellen hat diese dasselbe treppenförmige Ansehen wie ein Brett oder

ein Spahn, wenn er quer gebrochen wird. Diese Haut, welche häufig, aber nicht immer am Glaskörperwalle gefunden wird, lässt sich durch Nadeln von diesem trennen. Es ist offenbar die Pars ciliaris der Retina. Ueber den Umstand jedoch, dass sie so plötzlich endigt, wüsste ich nichts zu sagen. Man findet diese Haut ebenso gut bei Cyprinoiden, die Epithelzellen auch bei Knochenganoiden, und es hat sehr viel für sich, dass dieses Vorkommen ein allgemeines ist.

Dieser Umstand jedoch, dass man die hintere Grenzhaut der Iris in der Fischklasse noch nicht genügend kennt, muss einer der Gründe sein, in der Beurtheilung des Befestigungsapparates der Linse Vorsicht zu üben. Denn beide Theile liegen häufig fest an einander an, und wir wissen noch nicht einmal, wie weit es sich dabei um Verklebung und um Verbindung handele. Auch die Pigmentlage der Iris selber haftet oft am Glaskörper, verdeckt Theile, und ihr Abreissen kann von Verletzungen gefolgt sein.

Zu diesen Auflagerungen von Blut und von Theilen der Iris gesellen sich nun als störende Einflüsse weiter die Folgen der Maceration und der Reagentien, die gerade hier ihre Wirkungen concentriren. Selbst die Müller'sche Flüssigkeit lässt, wie oben gesagt ist, sowohl eine leichte Maceration zu, als führt sie bei längerer Einwirkung eine Schrumpfung herbei. Bei den grossen Augen des Dorsches, in denen alle bindegewebigen Theile weich sind, wird das, was an der Ora serrata liegen sollte, sogar an den Linsenäquator gezogen und da der Rand der Retina selbst sich einzubiegen pflegt, so drückt er eine Furche in den Glaskörper, die Pars ciliaris retinae selber schlägt sich ein, und man kann sogar verleitet werden, den an die Ora serrata retinae stossenden Rand derselben für den der Linse näheren zu halten. Diese Wirkungen sind vollkommen stark genug, um eventuell sehr zarte Häute zerreissen zu können. Dieses Bild einer scheinbar grossen Zerstörung kommt an Augen vor, an denen die Zellen und feinen Elemente schön und wohl erhalten sind, und wofern man nur die Fehlerquellen genau kennt, kann man in diesen Fragen, in denen es sich um Dinge handelt, für welche Lupe und schwache Vergrösserungen ausreichen, alles Wichtige feststellen; wobei man sich jedoch gestehen muss, dass gewisse Feinheiten noch unerkannt bleiben können.

Ich werde daher im Folgenden auch nur die hauptsächlichen, so zu sagen derberen Verhältnisse bestimmt angeben können, dagegen

stets darauf aufmerksam machen, wo die Grenzen der Zuverlässigkeit liegen. Es handelt sich bei diesen Einschränkungen übrigens immer um Dinge, die für die physiologische Betrachtung völlig gleichgültig sind.

Vor allem hebe ich nun am Schlusse dieser Kritik meines Materiales hervor, dass der Glaskörper an der Ora serrata mit der Netzhaut verbunden ist, ebenso wie bei höheren Wirbelthieren. Schon Haller thut dessen Erwähnung (l. c. S. 256) und Hannover spricht es gleichfalls aus (l. c. S. 44). Es ist dies die Stelle, an welcher man die Ringvene trifft, und auch bei den Fischen, deren Arterie und Vene an der Papille liegen, den Muraeniden, wird diese Linie nicht von Gefässen überschritten. Es ist also eine bemerkenswerte Thatsache, dass da, wo die Retina so plötzlich ihren Charakter ändert, auch die Oberfläche des Glaskörpers sich verwandelt, und ich will diese Linie, die ich im Folgenden im Interesse einer scharfen Trennung oft brauche, als „Rand der Grenzhaut" bezeichnen.

Da es, wie gesagt, nothwendig ist, in der Frage des Befestigungsapparates der Fischlinse auf den Boden einer exakten Empirie niederzusteigen, so werde ich die Augen einzeln vornehmen und dabei mehrere Angaben anderer Art hinzufügen, welche Beziehungen zu Fragen allgemeiner Natur haben.

Stör. In dem dicken und durchsichtigen knorpeligen Theil der Sclera des Störauges kann man bequem die durchtretenden Gefässe sehen; es sind dies: 1. dorsal, gegen die eine (die temporale?) Seite etwas verschoben, nicht weit von der Corneoscleralgrenze ein schwarz pigmentirtes; 2. genau ventral, in der Mitte zwischen Sehnerv und Scleralrand ein ungefärbtes; 3. dicht am Sehnerven, nicht in einem besonderen Kanale der knorpeligen Sclera, sondern eingeschlossen in das den Sehnerveneintritt selbst umgebende fibröse Gewebe, ein unpigmentirtes Gefäss; [4. ein kleines Gefäss, nahe am Cornealrande der einen (der temporalen?) Seite?]; 5. an der einen (der temporalen?) Seite ein starkes Gefäss. Auf der temporalen und nasalen Seite der Aussenfläche der Chorioides läuft je ein gerader Strang in horizontaler Richtung vom Sehnerven an nach vorn. Bei einem kleinen Störauge habe ich ausserdem noch an der dorsalen und ventralen Seite der Chorioides je einen kurzen Streifen gesehen, und bei Scaphirhynchus cataphractus einen solchen ventral, überdies aber eine stern-

förmige Figur von gebogenen Linien, welche nach dem distalen Abschnitte der unteren Seite der Chorioides convergirten und an der Innenfläche trotz des Tapetum sichtbar waren.

Diese Beobachtungen, so fragmentarisch sie sind, führe ich deswegen an, weil es von grosser Bedeutung ist, gerade bei den Fischen, bei denen die „Chorioidealdrüse“ noch nicht entstanden ist, und das sind, wie es scheint, alle Knorpelfische und der grösste Theil der Knochenganoiden (Amia hat eine starke „Drüse“), den Gefässverlauf in der Chorioides zu kennen. Nun führt die Analogie dahin, die beiden horizontalen Stränge für die Arterien der Chorioides, das dorsal und das ventral austretende Gefäss für je eine Vene und das stärkere temporale Gefäss für eine Arterie der Iris zu nehmen.

Auch beim Haifisch (Mustelus vulgaris) trifft man dorsal und ventral je eine Gefässöffnung in der Sclera; auf der Aussenfläche der Chorioides (ich weiss indessen nicht, ob dorsal oder ventral), dem grössten Querdurchmesser des Auges entsprechend, also doppelt so weit vom Sehnerveneintritte wie vom Irisrande der Chorioides entfernt, zwei Gefässe, die sich in der Mitte (im senkrechten Meridiane) vereinigen. Diese beiden Gefässe verlaufen dem Irisrande parallel und nehmen von vorn und von hinten her eine Anzahl ziemlich langer Wurzeln auf. Eine vergleichende Betrachtung über die Chorioidealvenen folgt weiter unten (s. unten S. 94).

In dem Raume zwischen Rand der Grenzhaut und Linse findet man beim Stör den Befestigungsapparat der letzteren in folgender Weise ausgebildet: eine zusammenhängende Lage reicht ringsum bis an die Linse heran, scheint aber an der nasalen und temporalen Seite nicht mit ihr zusammenzuhängen. Jedenfalls ist die Befestigung nur an der oberen und unteren Seite eine innige. Unten trifft man den Linsenmuskel als ein von schwarzem Pigment überzogenes Knötchen, welches vom Rande bis zu halber Höhe der Iris heraufreicht und ebensoweit fest mit der letzteren verbunden ist. Vielleicht ist darauf die eigenthümliche Form der Pupille zu beziehen, wie sie an diesen Augen, die bald nach dem Tode des Thieres in Müller'sche Flüssigkeit gekommen waren, hervortritt. Die Pupille nämlich, von runder Grundform, hat eine Tendenz zu viereckiger Bildung, und besonders ist sie nach unten herunter gezogen.

Bei mikroskopischer Betrachtung sieht man an dem Befestigungsapparate einmal breite Fasern oder Streifen von vorwiegend circulärem

Verlaufe, welche an den der Linse naheliegenden Partien des nasalen und temporalen Abschnittes ganz frei, nicht in eine Grundmasse eingebettet sind; ausserdem aber trifft man ein Gewirr von sehr feinen, durcheinanderlaufenden Fasern, welche in einer Grundsubstanz liegen, und, was die Dicke betrifft, den erstgeschilderten etwa so gegenüberstehen, wie die Fasern in einem Haufen Flachs dicken Bindfaden.

Doch kann ich nicht sagen, wie weit diese Bildung schon dem „Glaskörperwalle“ selber angehöre.

An der Linse habe ich bei vier Exemplaren, bei denen ich sie gemessen habe, eine Verkürzung der Achse gegen den queren Durchmesser bemerkt, und wenn man auch für ein Gebilde, welches im Leben der Formänderung fähig ist, aus einem Zustande, in dem man es nach der Einwirkung von Reagentien sieht, keine Schlüsse ziehen kann,

Querer Durchm.	6,2	6,0	6,6	6,2
Achse	5,5	5,5	5,9	5,8

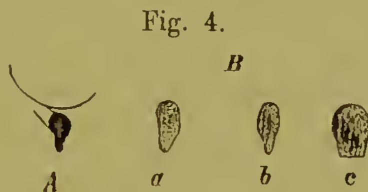
so halte ich doch diesen Umstand für wichtig genug, um ihn im Auge zu behalten, denn die Linsen anderer Fische, soweit sie überhaupt gut erhalten und nicht gedrückt waren, habe ich stets kugelig gefunden, hier aber fiel die Formabweichung, welche vorwiegend den vorderen Theil betraf, schon bei der freien Betrachtung auf.

Das Cornealfeld, d. h. der Theil der Haut, welcher als Conjunctiva corneae das Auge überzieht, ist etwas unsymmetrisch begrenzt. Es ist durch einen an seinem oberen Rande gelegenen Pigmentfleck ausgezeichnet, welcher neben anderen gleichgültigen Varianten eine Schwankung in seinem mittleren Theile zeigt. Hier, wo er an sich schon die grösste Höhe hat, kann er sich nämlich soweit ausdehnen, dass er bis unter die Mitte der Pupillaröffnung herabreicht; immer aber verdeckt er ein kleines Stück der letzteren.

Hecht. Der Linsenmuskel des Hechtes ist stets der Gegenstand der Aufmerksamkeit gewesen, aber auf ihn passt am wenigsten der Name „Campanula“, denn wie kann man einen rundlichen, soliden Körper eine Glocke nennen? Eher noch einen Klöppel einer Glocke oder, wie das von Anderen geschehen ist, birnförmig. Haller selbst wendet synonym mit Campanula Bursula, Plumula und Sustentaculum lentis an. Bursula passt für den Hecht noch am besten, nur muss

die Börse prall gefüllt sein. Zu dem Ausdruck „Glocke“ ist Haller durch den Muskel der Salmoniden veranlasst worden (l. c. S. 252), deren Augen er besonders reichlich untersucht hat, und bei denen man ja auch in der That eine gebogene Platte trifft. Ueberhaupt sind die Mittheilungen von Haller durchweg Beweise seiner Beobachtungstreue. Er hat die Verbindungen des Muskels mit der Linsenkapsel gesehen (filamenta); er war auf dem besten Wege, das dorsale Linsenband festzustellen (duo ligamenta putes esse lentis crystallinae, e regione sibi opposita. l. c. S. 252); er vergisst nie, bei Salmoniden den weiter unten beschriebenen Fortsatz der Muskelscheide als „mucro“ aufzuführen; er hat bemerkt, dass der Rand der Netzhaut mit dem Glaskörper zusammenhängt (S. 258); an Stelle des „Processus falciformis“ sagt er einfach, was die Bedeutung nicht übel wiedergibt, vasculum oder vasculum nigrum; und er allein hat den Anhang gesehen, der von der Papille nach aufwärts steigt (S. 250, 252, 260).

Fig. 4.



Beim Hechte also ist der Muskel, um es vorerst nur annähernd zu bezeichnen, oben ein runder Körper, welcher sich nach unten hin allmälig verschmälert wie eine Birne. Mit seinem oberen Ende reicht er bis dicht an die Linse, mag auch wohl an sie anstossen, aber er ist nicht mit ihr verbunden. Die Verbindung liegt seitlich. Man überzeugt sich leicht, dass von der durchsichtigen Haut, welche mit den Seiten des Muskels zusammenhängt, derjenige Abschnitt, welcher an den oberen Theil der nasalen Seite des letzteren anstösst, am festesten ist. In ihm sieht man schon bei schwachen Vergrösserungen Streifen, Haller würde gesagt haben „filamenta“, welche, den Muskel verlassend, zur Linse ungefähr tangential gerichtet sind. Dieser Abschnitt befestigt sich an die Linsenkapsel.

Wenn schon aus dieser Anheftungsweise deutlich wird, wie man

Fig. 4. Linsenmuskel des Hechtes. A vom linken Auge von vorn, $1^1/_2$ mal vergrössert, B aus einem andern (grossen) Auge, in weniger contrahirtem Zustande, 2 mal vergrössert, a von vorn, b von hinten, c von der Seite.

den Muskel aufzufassen habe, so findet das seine Bestätigung durch Schnitte, welche der Fläche der Iris parallel sind. Da laufen die Fasern des Muskels thatsächlich in einer Richtung, welche zu der vom untersten Punkte des Irisrandes zum untersten Punkte des Linsenäquators gezogenen Linie zwar nicht rechtwinklig ist, aber doch nur wenig aufsteigt, so dass man die temporale Seite der Kapsel, von welcher sie ausgehen, als „Basis“ bezeichnen muss. Ausser diesen Fasern gibt es jedoch noch einen zweiten Zug, welcher von unten heraufkommend, die Richtung des ersteren kreuzt.

Erst, wenn man soviel weiss, werden die Schwankungen der Form nicht mehr launenhaft, sondern gerade bedeutungsvoll sein. Man kann nämlich einen oberen Theil des Muskels, wenn auch in begrenztem Sinne unterscheiden, der von dem unteren zuweilen durch eine Einziehung des nasalen Randes getrennt ist, wodurch noch mehr die Form einer Birne entsteht als dann, wenn der Uebergang ein ganz gleichmässiger ist. Der obere Theil kann aber auch mehr der Fläche nach gedehnt sein und eine Hinneigung zu einer viereckigen Platte zeigen. Das beruht eben nur auf verschiedenen Contractionszuständen.

Diese Beschreibung gilt aber nur für die Betrachtung des Muskels von vorn her. Von der Seite angesehen, ist er nur oben kugelig, unten dagegen in seinem hinteren, gegen den Glaskörper gewendeten Theile platt. Dieser „Stiel des Muskels“ ist vom sichelförmigen Fortsatze nicht abzugrenzen.

Auf Schnitten zeigt sich der Muskel als sehr kernreich. die Fasern schmal. Die letzteren frisch durch Zerzupfen soweit zu isoliren, dass man sie untersuchen könnte, scheint unmöglich zu sein, und ihre Trennung durch macerirende Reagentien ist, wie Manz bemerkt (Manz l. c. S. 8), und wie ich ebenso gefunden habe, sehr schwer. Sie liegen trotzdem nicht sehr dicht und dasjenige, was sie zusammenhält, ist eine Bindesubstanz, die eine eigenthümlich netzförmige Bildung zu haben scheint, auf die ich aber, da ich nichts Genaues über sie weiss, weder an dieser noch an einer anderen Stelle meiner Arbeit eingehe, wenn schon ihre genaue Kenntniss mit Rücksicht auf den Vergleich mit andern im Innern und an den Grenzen des Glaskörpers gelegenen Theilen sehr wichtig wäre. Die Muskelfasern des aufsteigenden Zuges sind zum Theil pigmentirt.

Auffallend ist es, dass auf Schnitten die Blutgefässe im Innern des Muskels so wenig hervortreten.

Die „Kapsel“ des Linsenmuskels als etwas Selbstständiges hinzustellen, ist eine halb künstliche Trennung. Da freilich, wo sie an freien Raum stösst, an ihrem oberen Ende, sowie an ihrer vorderen und einem Theile ihrer hinteren Fläche, ist sie eo ipso begrenzt; überall aber, wo sie mit geformten Theilen in Berührung kommt, an der nasalen und temporalen Seite, sowie an der hinteren, wo „Processus falciformis“ und „Glaskörperwall“ an sie heranreichen, hört jede Grenze auf. Trotzdem aber ist sie in sich fester, färbt sich stärker, und wir haben hier dieses für die Beschreibung so widerstrebende und den Schematismus fast nothwendig herbeilockende Mittelding von Continuität und Trennung.

Die Kapsel hat einen wesentlichen Charakter in ihrem Pigment. An Schnitten bemerke ich nun, dass an dem oberen der Linse zugewendeten Ende das letztere in einer besonderen, streckenweise sogar abgehobenen Zellenschicht ausserhalb der Kapsel liegt, dass dagegen zu beiden Seiten die pigmentführenden Zellen innerhalb der Kapsel stecken. Dieser Umstand, verbunden mit der Thatsache, dass man bei der Flächenansicht des Muskels des Felchen ganz denselben Eindruck bekommt, wie ihn das Pigment des „Processus falciformis“ innerhalb der Netzhautspalte bietet (s. unten S. 79), hat etwas sehr Räthselhaftes, und es bleibt mir vor der Hand nichts übrig, als die der Kapsel aufliegenden Pigmentzellen von den in ihr steckenden zu trennen, womit natürlich nichts erledigt, sondern die Sache für vorläufig unentschieden hingestellt ist. Bei näherer Betrachtung der Kapsel auf Schnitten zeigt sich, dass da, wo die Muskelfasern neben der Kapselwand hinlaufen, also an der oberen Seite, die Kapsel selbst gefasert ist. Allein die Faserung geht nur bis zu einer gewissen Tiefe Die pigmentirten Zellen liegen in Höhlen der homogenen Grundmasse der Kapsel wie Knorpelzellen in Knorpelgrundsubstanz. Diese Zellen sind rund oder länglich, auch wohl einmal, wo sie zusammentreffen, eckig, haben runde und elliptische Kerne, und das Pigment ist in Körnchen in mässigen Mengen um diese herumgehäuft. Da nun, wo sich der festere Theil der anstossenden Haut an die Kapsel ansetzt, also am oberen Abschnitte der nasalen Seite, weichen die pigmentführenden Zellen, die schon ohnedies nirgends eine geschlossene Lage bilden, auseinander, und es treten nun zwischen je zwei Pigment-

zellen die Enden von Muskelzellen, zu Gruppen vereinigt, heraus, um gleich dahinter in der umgebenden homogenen Masse einfach zu endigen. An der entgegengesetzten Wand, der „Basis“, entspringen die Muskelfasern in derselben Weise, aber an der Innenseite der Kapsel.

Ausser den genannten Zellen gibt es neben dem „Stiele“ des Muskels grosse verästelte Zellen mit grossen elliptischen Kernen.

Der „sichelförmige Fortsatz“ hat dieselben Formen von Pigment, dieselbe Gestalt, dasselbe Verhalten des Hauptgefässes und seiner Zweige, dasselbe Verhalten des Nerven, denselben dorsalen Anhang wie bei Salmoniden, so dass hierfür dasselbe gelten kann, was über den Lachs gesagt werden wird.

Doch möchte ich einige Punkte, die ich beim Hechte deutlicher gesehen habe, hier noch erwähnen.

Die beiden Aorten oder die beiden Hälften des „Kopfkreises“ stossen hinter den Augenhöhlen in der Mittellinie, schon innerhalb der Schädelbasis, indem sie nach vorn convergiren, zusammen, und das daraus hervorgehende Gefäss steigt im Knochen senkrecht auf, bis es vor der Hypophysis angelangt ist. Hier zerfällt es in vier Stämme, von denen die beiden vorderen in die beiden Augenhöhlen treten und da, wo sie unter den Sehnerven seitwärts biegen, je eine Arterie zum Auge abgeben. Die letztere läuft genau an der unteren Seite des Sehnerven bis zum Augapfel und durchbort sofort die Sclera. Weiter war die Injection in dem dieser Beschreibung zu Grunde gelegten Object nicht gedrungen, aber ich denke, es ist erlaubt, dies für die Arterie des „sichelförmigen Fortsatzes“ resp. des Linsenmuskels zu halten.

In den dorsalen Anhang geht ein Gefäss von dem Hauptstamme hinein und verbreitet sich hier in dichten Verzweigungen. Der Anfang dieses Anhanges ist noch pigmentirt, aber nur auf eine verschwindend kleine Strecke, der Rest pigmentfrei.

In diesem pigmentfreien Strange sieht man spindelförmige Kerne und lange Striche, scheinbar Fasern, dicht gedrängt. Die letzteren lockern sich an der Peripherie auf und die „Fasern“ endigen in der Umgebung. Dies ist der mikroskopische Ausdruck einer bei der Präparation zu beobachtenden Thatsache, dass nämlich sowohl die Grenzhaut des Glaskörpers als die nächstanstossenden Schichten fester an diesem Strange haften, als die letzteren an der Grenzhaut zu thun pflegen.

Auch der „sichelförmige Fortsatz“ selber besteht nicht nur aus

Gefässen und Pigmentzellen, sondern man kann in oder neben ihm runde oder vielgestaltige Zellen finden.

Endlich will ich bemerken, dass innerhalb des „Glaskörperwalles" im „sichelförmigen Fortsatze", der ja hier am höchsten ist, das Pigment in Zügen liegen kann, die durch pigmentfreie Zwischenräume getrennt sind, und dass dann der Anschein eines besonderen, an die Rückseite des Muskels gehenden Bandes entsteht.

Lachs. Die Hornhaut des Lachses ist plan, der senkrechte und horizontale Durchmesser seines Auges sind gleich, die Achse ist weit kürzer. Von der Länge der beiden ersten kommt allerdings ein gutes Stück auf den Scleralknorpel, aber auch so gehört das Lachsauge noch zu den flachsten. Die „Chorioidealdrüse" trägt zur Verlängerung der Achse gar nichts bei, da sie ein grosses Feld am Pole frei lässt und nicht dick ist. Der dicke Scleralknorpel kommt dem Lachse

Fig. 5.



allein zu und fehlt seinen bei uns lebenden Verwandten Forelle und Felchen.

Bei einem Lachse mit 7 Mm. dicker Linse war der Durchmesser des Kreises, welcher von der Ora serrata der Retina gebildet wurde, 13 Mm. Das ist etwa das Verhältniss, wie es sich auch sonst bei Fischen findet, dass der Durchmesser dieses Ringes etwas weniger beträgt wie der der Linse, mithin die Breite des Befestigungsapparates etwas zurückbleibt hinter dem Halbmesser der letzteren.

Bei Vogt und Agassiz ist die Gestalt des Akkommodationsmuskels sehr treffend mit der eines lateinischen Segels verglichen, d. h. er ist eine dreieckige Platte mit zwei spitzen Winkeln und etwas nach der Fläche gebogen.

Von den drei Winkeln, welche er mithin hat, fällt der eine

Fig. 5. Linsenmuskel aus zwei verschiedenen Lachsaugen in etwas mehr als natürlicher Grösse. c der an der Linsenkapsel festsitzende pigmentirte, aber keine Muskelfasern einschliessende Fortsatz der Kapsel

(„Stiel des Muskels") auf die Stelle, wo der „Processus falciformis" an ihn herantritt; der stumpfe Winkel liegt demjenigen Rande an, welcher die Richtung des „Processus falciformis" fortsetzt; und der zweite spitze Winkel und mit ihm die Hälfte des oberen Randes legt sich fest an die Linsenkapsel. Man trifft jedoch nicht immer den Muskel von ganz der gleichen Form, und auf einer anderen Abbildung, welche hier neben die erste gestellt ist und einem anderen Contraktionszustande entspricht, hat er weit mehr das Ansehen eines abgerundeten Körpers, von dem der zuletzt geschilderte Winkel sich als ein platter Anhang deutlich absetzt. Und wenn man nun selbst die Kapsel aufreisst und die Muskelmasse herausschabt, so findet sich, dass sie in den Anhang nicht hineinreicht, der vielmehr solide ist und nur als ein Fortsatz der Kapsel betrachtet werden kann, die wie er pigmentirt ist.

Auf diese nämlich beschränkt sich, wie schon Andere hervorgehoben haben, die Pigmentirung, ist hier jedoch nicht gleichmässig dicht; besonders ausgeprägt an der oberen Kante. Berücksichtigt man, dass der genannte Fortsatz nur ein Fortsatz der Kapsel ist, so findet man, dass die Gestalt des Muskels selber der des Hechtes gleicht.

Die Gestalt des „sichelförmigen Fortsatzes" wird man sich am besten deutlich machen, wenn man sich vergegenwärtigt, dass das weite Gefäss, welches an der Papille des Sehnerven eintritt, gegen die hintere Fläche des Muskels hinläuft, und dabei von zwei sich widerstreitenden Forderungen beeinflusst wird, nämlich sich möglichst nahe an der Netzhaut zu halten und seinen Weg möglichst abzukürzen. Das soll in dieser Form keine Erklärung, sondern nur ein Hülfsmittel für die Vorstellung sein. Das Gefäss bleibt nämlich, so lange die Netzhaut flach ist, dicht an dieser, da aber, wo die Krümmung zunimmt, also am „Glaskörperwalle", entfernt es sich von ihr. Denkt man nun den ganzen Zwischenraum zwischen dem Gefässe und der Netzhautspalte pigmentirt, so hat man diesen „Fortsatz", welcher hinten (proximal) niedrig, vorn (distal) hoch ist, und am letzten Ende wieder niedriger wird. Der „Processus falciformis" gleicht also nicht einer Mondsichel, sondern der Falx cerebri des Menschen, stösst, der Verbindung der Hirnsichel mit dem Kleinhirnzelt entsprechend, an die hintere Fläche des Muskels und berührt, der Protuberantia occipitalis interna entsprechend, den untersten Punkt des Irisrandes.

Da der Fortsatz nicht nur frei in den Glaskörper einschneidet, sondern auch in der Netzhautspalte liegt, so muss er sich ganz anders darstellen, je nachdem er über der letzteren abgeschnitten oder aus ihr herausgezogen ist, und das hat zunächst Wichtigkeit mit Rücksicht auf das Pigment.

Es sind nämlich hier zwei Sorten von Pigmentzellen zu unterscheiden, die eine an dem innerhalb der Netzhautspalte und die andere an dem innerhalb des Glaskörperraumes gelegenen Abschnitte des „Fortsatzes". Der erstere ist an beiden Flächen, der nasalen wie der temporalen, von einem pigmentirten Blatte bedeckt, welches sich in einem gewissen Zustande der Maceration einfach abnehmen lässt und nichts weiter ist, als eine Fortsetzung des Pigmentepithels der Netzhaut, welches sich hier rechtwinklig zur Richtung der letzteren selbst umbiegt, um dem „Fortsatz" eine Pigmentscheide zu geben.

Fig. 6.



Man kann dies sehr gut an Schnitten durch fötale Augen sehen, in welchen sich die Netzhaut zu beiden Seiten des „Fortsatzes" geradezu in Form einer Falte erhebt. Die Zellen dieser Pigmenthaut sind bei grossen Thieren eckig und haben in der Mitte eine pigmentfreie Stelle für den Kern. Ganz ebenso sind die Pigmentzellen, welche bei Coregonus die vordere Fläche des Muskels in einer einzelligen Schicht bedecken.

Es ist nicht gesagt, dass die zweite Sorte schwarzer Zellen nicht auch in die Augenblasenspalte hinabreiche, aber sie hat ihren wesentlichen Platz oberhalb derselben. Sie bildet weder eine continuirliche Lage, noch liegt sie in einer isolirbaren Schicht, wohl aber gibt es eine Zone, in welcher die braunschwarzen Zellen in einer gleichblei-

Fig. 6. Zwei Pigmentzellen vom „Processus falciformis" des Lachses. A in zusammengezogenem, B in ausgebreitetem Zustande, bei 380facher Vergrösserung mit Hülfe der Kamera gezeichnet. Müller'sche Flüssigkeit.

benden Entfernung von den Gefässen resp. von der Mittelebene des „Fortsatzes“ sich ausbreiten. Es gibt hier also eine Differenzirung der Schichten und doch keine Selbständigkeit, ebenso wie auch der „Fortsatz“ selber sich zwar vom Glaskörper unterscheidet, aber doch nicht von ihm zu trennen ist; dieses Mittelding von Zusammenhang und Scheidung, welches sich so schwer beschreiben lässt.

Die zuletzt genannten Zellen trifft man in zwei verschiedenen Zuständen in denselben Präparaten; die einen kugelig, die anderen mit langen, dicken Ausläufern, von denen sich kleinere abzweigen; die einen im Zustande der Zusammenziehung, die anderen ausgebreitet, und zwar oft vorwiegend in zwei zu einander rechtwinkligen Richtungen, so dass aus vielen solchen Zellen ein sehr bestimmtes Bild hervorgeht. Sehr charakteristisch stellen sie sich dar, da wo sie über den Gefässen liegen, also so zu sagen an der Kante des „Fortsatzes“; hier stehen sie zugleich am dichtesten; sie strecken da, nach der Fläche gebogen, ihre langen Fortsätze zu beiden Seiten der Gefässe nach abwärts herab.

An der Papille ragt ein dünner Strang als eine Fortsetzung des „Processus falciformis“ nach aufwärts, nicht mehr durch eine Spalte der Netzhaut mit der Chorioides in Verbindung, sondern der Oberfläche des Glaskörpers fest eingelagert. Dieser Anhang schliesst einige Gefässe ein und ist weniger pigmentirt wie der „sichelförmige Fortsatz“ selber.

Das durch die Papille eintretende weite Gefäss verläuft am oberen Rande des Fortsatzes, gibt aber während seines Verlaufes, vor allem aus seinem vorderen Abschnitte, Gefässe ab, welche sich manchmal theilen und ziemlich direkt auf die Netzhautspalte zustreben.

Der Nerv für den Linsenmuskel passirt die Spalte etwa doppelt so weit vom oberen Ende der Papille entfernt als vom Irisrande und besteht aus einer Anzahl dicker markhaltiger Fasern, welche beim Durchtritt hintereinander liegen, dann aber sich zu einem runden Strange zusammenschliessen. Haller nennt diesen Nerven einen Nervus ciliaris und sagt von ihm, dass er neben dem Sehnerven die Sclera durchbohre (Haller l. c. S. 250).

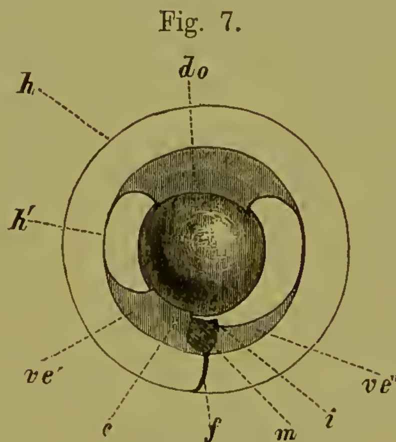
Das pigmentirte Blatt, welches man als den „sichelförmigen Fortsatz“ bezeichnet, geht nicht nur an den „Stiel“ des Muskels, sondern an einen grösseren Theil der hinteren Fläche der Kapsel des-

selben, so dass es ganz unmöglich ist, eine Grenze zwischen beiden anzugeben.

Ueberdies muss man noch zur Vervollständigung des Bildes berücksichtigen, dass der „Stiel“ des Muskels, der nach dem Gesagten mit vollem Rechte als das letzte Ende des „Fortsatzes“ bezeichnet werden kann, mit dem Irisrande zusammenhängt, und dass die Ausdehnung dieser Verbindung etwa den vierten oder fünften Theil der Entfernung vom Irisrande bis zum Pupillarrande beträgt.

Thunfisch. — Ich schliesse an das Voranstehende Mittheilungen über das Auge des Thunfisches an, welches Manz neben dem des Hechtes hauptsächlich seinen Untersuchungen zu Grunde gelegt hat. Eine systematische Ordnung zu befolgen, hat keinen Zweck, da sich

Fig. 7.



vorläufig noch gar nicht sagen lässt, worin die Uebereinstimmungen und Abweichungen in den auf die Linse bezüglichen Theilen der Augen verschiedener Fische liegen werden.

Das Auge, welches mir zur Verfügung stand, war mir von Herrn Krukenberg in Müller'scher Flüssigkeit aus Triest mitgebracht wor-

Fig. 7. Befestigungsapparat der Linse des Thunfisches in natürlicher Grösse. m Muskel; i mit der Rückseite der Iris verbundener, über die „Basis“ des Muskels nach oben hinausragender Punkt; do dorsaler oder oberer Theil des Befestigungsapparates (Membrana quadrangularis); ve′ und ve″ die beiden durch den Muskel von einander getrennten Abschnitte des unteren oder ventralen Theiles des Befestigungsapparates (Membrana triangularis); e starke, mit der Linsenkapsel verbundene Partie des letzteren; f „Processus falciformis“; h Glaskörper; h′ Rand der Grenzhaut.

den, und zwar war es, wofern der Sehnerveneintritt, wie bei so vielen Fischen, nach der temporalen Seite verschoben ist, ein linkes.

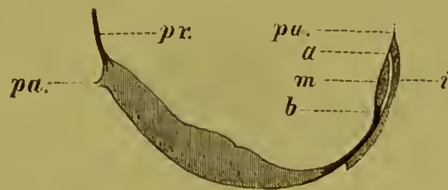
Der Befestigungsapparat liegt, um es zu wiederholen, in dem ringförmigen Raume, welcher sich zwischen dem Rande der Grenzhaut (des Glaskörpers und der Retina) und der Linse ausdehnt. Doch füllt er diesen Raum nicht aus, sondern existirt nur oben und unten, während an der nasalen und temporalen Seite Lücken bleiben. Doch nehmen die festen Theile zusammen mehr Platz ein als die Lücken. denn obwohl ihr Ansatz an die Linse kein sehr ausgedehnter ist, so verbreitern sie sich doch derartig, dass der Rand der Grenzhaut ganz von ihnen eingenommen wird, zur Hälfte von dem oberen, zur Hälfte von dem unteren Abschnitte des Befestigungsapparates.

In letzteren ist der Muskel eingefügt. Während also bei Säugethieren der Befestigungsapparat der Linse nur ein Theil des Accomodationsapparates ist, so könnte man vom Fischauge das Gegentheil sagen. Indessen eine solche Auffassung hat nur Wert für die anatomische Eintheilung, aber nicht in physiologischem Sinne, denn zur Function gehören ja auch die Bildungen, welche die Linse in ihren Ruhezustand zurückführen, und insofern fallen Accomodations- und Befestigungsapparat zusammen.

Der Muskel ist hier nicht mehr ein runder Körper, sondern er ist eine Platte, eine viereckige Platte mit einer vordern und hintern Fläche, einem obern und untern, nasalen und temporalen Rande. Er liegt also in der Ebene der ihn einschliessenden Haut selber. Einer seiner Ränder, unter der oben gemachten Voraussetzung der temporale, liegt in der Verlängerung der Richtung des „Processus falciformis“, freilich seitlich etwas abgewichen. Ein Punkt unterhalb dieses Randes, man kann sagen das letzte Ende des „Processus falciformis“, und ein vorstehender Punkt oberhalb desselben sind mit der Iris verwachsen, der erstere mit dem chorioidealen, der letztere mit dem pupillaren Rande der letzteren; die Kante selber zwischen diesen beiden Punkten ist frei. An den gegenüberliegenden Rand, den nasalen, welcher kürzer ist, da der obere und untere convergiren, setzt sich ein dickerer und festerer Theil der unteren durchsichtigen Haut, der jedoch ohne scharfe Grenzen in die weniger festen Theile der letzteren übergeht. Dieser Abschnitt ist es, der sich an die Linse befestigt. Man kann schon aus dieser Anordnung die Vermuthung schöpfen, welche Richtung die Fasern des Muskels haben; und in der

That gehen dieselben vom temporalen Rande aus. Diesen kann man daher als „Basis“ bezeichnen. Die Fasern convergiren nur soviel, wie es der obere und untere Rand anzeigen, und treten durch die „Kapsel“ in gleicher Weise wie beim Hecht (s. oben S. 75). Ueber die Selbständigkeit der „Kapsel“ und ihren gleichzeitigen Zusammenhang mit der angrenzenden Haut ist dasselbe zu sagen wie oben (s. oben S. 75). Hinten ist sie zum Theil mit dem „Glaskörperwalle“ verwachsen. Diese Kapsel ist am nasalen Rande und an der hinteren Fläche pigmentirt; sie ist sehr dick und besteht zum Theil aus leicht welligen Zügen aneinanderliegenden Fasern, die genau so aussehen wie welliges Bindegewebe, mit einigen dazwischen gelegenen runden Zellen. Ueberdies ist sie aber durchzogen von sehr zierlichen, sternförmigen, sich nicht in einer Ebene, sondern nach den Dimensionen des Raumes verästelnden Pigmentzellen, deren dünne, aber an Stärke gleichbleibende Ausläufer in Verbindung stehen. Besonders an der

Fig. 8.



Basis ist die „Kapsel“ sehr dick. Sie bildet hier für den aus markhaltigen Fasern bestehenden Nerven einen Kanal, in welchem derselbe bis zu halber Höhe aufsteigt, um erst hier, an einer Stelle, die durch einen in den Muskel eindringenden Vorsprung der Kapsel ausgezeichnet ist, seine Bestimmung zu erreichen.

Der untere Theil des Befestigungsapparates selber, welcher sich als eine „dreieckige Haut“ (Membrana triangularis) bezeichnen lässt, ist durch die Einfügung des Muskels in einen nasalen und temporalen Abschnitt zerlegt. Die festere Partie des nasalen Abschnittes entspricht dem, was Manz das „Ligamentum musculo-capsulare“ nennt.

Fig. 8. „Processus falciformis“ und Linsenmuskel des Thunfisches in natürlicher Grösse pa Eintrittsstelle der Arterie an der Papille des Sehnerven; pr vor der Papille nach aufwärts und seitwärts (temporalwärts?) ragender oder dorsaler Anhang; m Linsenmuskel; a Befestigung eines über die „Basis“ des Muskels hinausragenden Punktes an die hintere Fläche der Iris; von a bis b Spalt zwischen dem Muskel und der Iris; i Iris; pu Pupillarrand der letzteren.

Letztere zeigt sich bei starken Vergrösserungen streifig, sowie auch der nasale Abschnitt selber. Auch der temporale Abschnitt ist von zarten Streifen dicht eingenommen, welche dem freien Rande parallel laufen und nur an diesem einen Saum nicht erfüllen.

Der obere Theil des Befestigungsapparates, welcher eine „viereckige Haut“ (Membrana quadrangularis) darstellt, setzt sich an die Linse vor dem Aequator an, wie das auch das „Ligamentum musculocapsulare“ thut, und zwar reichlich am vierten Theil des Umfanges. Hier ist die Haut einen Millimeter, also enorm dick und von „fast knorpelähnlicher Consistenz“ (Manz), doch verdünnt sie sich auf etwa die Hälfte durch einen plötzlichen Abfall auf der vorderen Fläche (vergl. Manz l. c. S. 11) und stösst so an den Glaskörperwall an, mehr eine Platte, wie eine Haut. Sie ist also nicht im mindesten eine Fortsetzung der Grenzhaut, sondern eine Fortsetzung des Glaskörpers selber, resp., wie man vermuthen kann, aber noch zu be-

Fig. 9.



weisen hat, seiner Häute. Nur seitlich, wo die Ränder geschweift gegen die nasale und temporale Seite hinbiegen, ist die Membrana quadrangularis ganz dünn. Diese zarten Randpartien sind dem freien Saume parallel gestreift. Die feste Platte zeigt auf Schnitten, in Wasser untersucht, eine überaus feine, weiche (im Sinne des Zeichners), geradlinige, dichte, parallele Streifung senkrecht zur Linsenoberfläche. Manz hat auch die zarten seitlichen Verbreiterungen der Membrana quadrangularis bemerkt (l. c. S. 11) und ebenso die dünne Membrana triangularis (l. c. S. 9), wenn es auch schwer ist, sie in dem „obersten Blättchen der Hyaloidea“ wiederzufinden, zumal ein „oberstes Blatt der Hyaloidea“ als Gefässe tragende Haut auch sonst bei ihm noch vorkommt.

Fig 9. Senkrechter, der Achse des Auges paralleler Schnitt durch das Ligamentum suspensorium lentis“ (Manz) des Thunfisches bei 8facher Vergrösserung; l das der Linsenkapsel, h das dem „Glaskörperwalle“ zugewendete Ende desselben.

Vom hinteren Ende der Papille des Sehnerven geht ein Gefäss aus, welches ziemlich hoch aufsteigt, dann aber sich der Netzhautspalte wieder nähert und im letzten Viertel der Entfernung zwischen seinem Eintritt und dem Irisrande ganz dicht über der Netzhaut liegt. Es gibt eine Anzahl von Gefässen nach abwärts ab, die sich wieder theilen und in der Höhe der Netzhautoberfläche durch eine fortlaufende Anastomose verbunden sind, aus welcher neue Gefässe in die Spalte eindringen. Alle diese Gefässe, sowie ein dorsaler Anhang und der Nerv, welcher in derselben Weise wie beim Hecht und Lachs eintritt, sind so dicht von Pigment eingeschlossen, dass man im Inneren dieser schwarzen Röhren kaum etwas bemerken kann. Alles Uebrige dagegen ist so klar und durchsichtig wie der Glaskörper selber. Auf

Fig. 10.



die in der Netzhautspalte steckenden Gefässe setzt sich das Pigment nur zum Theile fort.

Nimmt man dieses Gebilde, welches sich vom proximalen Ende der Papille bis zum Muskel hin erstreckt, oben begrenzt durch die Arterie und unten durch die Netzhautspalte, für sich, aus seiner Umgebung heraus, so kann man es nicht mehr einen „sichelförmigen Fortsatz" nennen, sondern allenfalls eine Leiste oder einen Kamm. Was ihm aber für die Schätzung der Stellung des „Processus falciformis" einen so grossen Wert gibt, das ist eben seine Erhöhung in

---

Fig. 10. Der grösste „Theil des sichelförmigen Fortsatzes" vom Thunfisch bei 5facher Vergrösserung nach einnr Zeichnung von Herrn Zeichner Rabus. P nach dem Pole gewendetes oder proximales, M nach dem Muskel gewendetes oder distales Ende, R innerhalb der Netzhautspalte steckender Theil des „Fortsatzes"; A Gefässanastomose am oberen Rande dieses Theiles; N Nerv des Linsenmuskels.

der Gegend der Papille und seine Erniedrigung, bevor es den Muskel erreicht. Man sieht daher hier weit deutlicher als beim Hecht und Lachs, dass der „sichelförmige Fortsatz“ nicht nur ein Träger der Arterie und des Nerven für den Linsenmuskel ist, sondern der Träger eines eigenartigen Gefässnetzes. Man hat gesagt, der „sichelförmige Fortsatz“ sei zwar anatomisch gleichwertig dem Fächer der Vögel, aber nicht physiologisch. Man kann die Sache umdrehen, denn physiologisch analog sind beide ohne Frage. Homolog aber ist zwar die Hauptarterie, doch diese liegt beim Fächer in der Basis, und die Gefässe bauen sich über ihr auf; bei der Leiste der Fische dagegen oben, und die Seitenzweige treten nach unten aus. Also ein zusammengesetztes Gebilde ist so zu sagen der „sichelförmige Fortsatz“, und er muss in jedem einzelnen Falle, um verstanden zu werden, in diese beiden Bestandtheile auseinandergenommen werden. In nichts aber zeigt sich die Bedeutung desselben, ein Träger von Glaskörpergefässen zu sein, deutlicher, wie in dem dorsalen Anhange, der vielleicht noch in sofern ein Interesse besitzt, als seine Gefässe mit dem fötalen, über die Oberfläche verbreiteten Netze in einem genetischen Zusammenhange stehen können.

Aber auch eine andere Differenzirung prägt sich in diesem Kamme des Thunfischauges deutlicher aus als in andern, und diese liegt in der Anordnung des Pigmentes.

Der Fächer der Vögel, der Zapfen der Eidechsen und der sichelförmige Fortsatz mancher Fische gleichen sich darin, dass sie pigmentirt sind; und es drängt sich von selber auf, wenn man schwarze Färbung im Innern des Auges findet, wo sonst alles auf Durchsichtigkeit angelegt ist, dieselbe auf das Licht zu beziehen. Das haben auch mehrere der Theorien gethan, welche auf den Fächer des Vogelauges gerichtet waren; sie haben denselben für eine Einrichtung erklärt, die Strahlen von einem Theile der Netzhaut fernzuhalten oder die Helligkeit im Ganzen herabzusetzen, und es hat sich darin stets die Neigung ausgesprochen, dasjenige, was man im Auge trifft, mit der Retina in Verbindung zu bringen. Nun ist ja in der That die letztere der wesentliche Theil des Auges, und insofern alles auf sie zu beziehen — nur nicht direkt. Und wenn man hier auf etwas stösst, so weiss man von vornherein noch nicht, ob es für die Funktion der Netzhaut fördernd, gleichgültig oder hinderlich sei. Stellt man sich nun aber den Fächer, den Zapfen, die Sichel nebeneinander

vor, Bildungen, die so verschieden geformt und so verschieden gelegen sind, alle aber darin übereinstimmend, dass sie Gefässe in sich bergen, so muss man doch fragen, ob nicht diese Theile die Bedingungen ihrer Pigmentirung in sich selbst, in ihren Gefässen haben. Eine Einrichtung mit so bestimmt gezeichneten Einzelnheiten kann nicht bedeutungslos sein. Zwar im Fächer der Vögel ist das Pigment körnig vertheilt und im Ganzen nicht dicht, es hat wenig Charakteristisches. Im „sichelförmigen Fortsatze“ des Hechtes und Lachses dagegen hat das Bild etwas ganz Packendes. Diese grossen Zellen, welche sich mit ihren Fortsätzen erreichen und verschränken, bilden um die Gefässe herum einen Korb, ein Gitterwerk, durch welches das Licht nur gebrochen, wie durch einen geflochtenen Zaun hindurchscheinen kann. Beim Thunfische gar sind alle Gefässe und ebenso der Nerv von schwarzen Scheiden ängstlich umhüllt, und die hintere Fläche des Muskels ist ebenso wie beim Barsche gebräunt, während die vordere, die durch die Iris geschützt ist, farblos bleibt. Wir wissen bisher nichts von einer Einwirkung des Lichtes auf glatte Muskelzellen und Gefässwände, und es lässt sich nicht sagen, welche Vortheile die Gefässe von einem solchen Pigmentmantel haben. Nur das lässt sich nicht gegen eine solche Beziehung einwenden: es gebe ja viele Thiere, deren innere Augengefässe pigmentfrei seien; denn mit diesem Einwande kann man überhaupt jede Erklärung in der Welt der Organismen abschneiden. Sei auch etwas noch so natürlich und zwingend, es lassen sich doch immer Fälle anführen, in denen es nicht zutrifft. Und das hat seinen sehr einfachen Grund, den man, soweit es sich dabei um physiologische Dinge handelt, als den „Kampf der Functionen“ bezeichnen kann. Es ist, um eine andere Beziehung des Glaskörpers zu nennen, für diesen als für einen Raum, in dem möglichst ein gleicher Druck herrschen muss, und in dem gewisse Ernährungsvorgänge zu besorgen sind, von Vortheil, Gefässe zu haben; für die Netzhaut dagegen ist alles störend, was vor ihr liegt. Da muss denn bald der eine, bald der andere Concessionen machen, zu deren Ermöglichung wieder neue Einrichtungen nöthig werden.

Der Glaskörper haftet auf beiden Seiten fest an der Leiste an; man kann zwar Schichten unvollständig von dieser abziehen (in denen man übrigens sehr schöne verästelte Zellen findet), aber eine ausgesprochene Grenze gibt es nicht. Wenn man also von einer Scheide

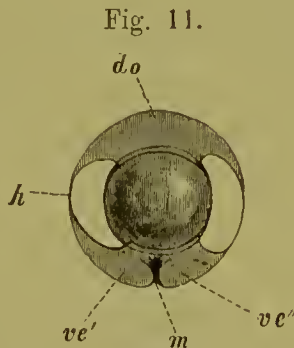
des „sichelförmigen Fortsatzes“ spricht, so ist das ebenso sehr und ebenso wenig zutreffend, wie von einer Kapsel des Muskels zu reden. Der „Fortsatz“ ist eben auch selbständig und nicht selbständig zugleich. Man kann ihn vielleicht eine Differenzirung des Glaskörpers selber, einen Uebergang des äusseren Bindegewebes in den Glaskörper nennen, aber jedes Wort, jede Bezeichnung schliesst schon in sich den Schematismus ein.

Karpfen. Die Glaskörperarterie entspringt beim Karpfen aus der ersten Kiemenvene selber, aber nicht getrennt. Vielmehr geht sie erst nach zweimaliger Theilung aus einem Gefässe hervor. Es ist dies ein schwaches Stämmchen, welches sich fast unmittelbar nach seinem Ursprunge theilt in eine Arterie, welche sich an die mediale Wand der Augenhöhle begibt und dann an dieser nach vorn läuft, indem sie da, wo sie sich mit dem Sehnerven kreuzt, unter ihm passirt; und eine zweite, die sich mehr medianwärts wendet und bald in die Arteria (carotis) cerebralis und Arteria hyaloidea zerfällt. Zwischen diesen beiden besteht indessen noch eine Anastomose, welche mit dem Sehnerven aus der Schädelhöhle hervorkommt und am Sehnervenloch einen Zweig nach vorn schickt. Dies könnte auf die Nomenklatur Einfluss haben; indessen es würde so lange einen Streit um Namen geben, als nicht die vergleichende Anatomie an dieser Sache ein Interesse hat. Jedenfalls bleibt nun aber die Arteria hyaloidea hart am Sehnerven, in der Mitte seiner ventralen und temporalen Seite, worin sie dem gleichnamigen Gefässe des Aales, sowie der Augenarterie der Amphibien gleicht, sich dagegen von der Arteria processus falciformis des Hechtes (s. oben S. 76) unterscheidet, und dringt erst unmittelbar am Augapfel in die äussere Scheide des Sehnerven ein, nachdem sie übrigens einen Zweig rückwärts gesendet hat.

Auch innerhalb des Auges hat sie noch ein Gefäss abzugeben. Denn zu den Einrichtungen einer überreichen Gefässausbreitung, welche die Chorioides des Fischauges in der sogenannten „Drüse“ und ihren eigenen Netzen schon besitzt, kommt hier noch ein neuer linsenförmiger Körper, welcher die Lücke, die von der „Chorioidealdrüse“ an der unteren Seite freigelassen wird, ausfüllt, ebenso wie jene zwischen Argentea und Chorioides liegt und von der letzteren durch einen Spaltraum vollkommen getrennt ist, ganz ebenso wie die „Drüse“. Im Grunde genommen gibt es also erst nach der Abgabe auch dieses

Gefässes eine Arteria hyaloidea. Dieser Körper, welcher in der Richtung von hinten nach vorn (von dem proximalen zum distalen Ende) etwas mehr ausgedehnt ist, als von der nasalen zur temporalen Seite, hat ebenso wie die „Drüse“ eine äussere (bei ihm hintere = untere) und innere (bei ihm obere = vordere) Fläche und besitzt eine Arterie und eine Vene, welche an derselben Stelle münden, nämlich da, wo dieser Körper dem Sehnerven am nächsten ist, an seinem proximalen Ende. Von da aus tritt die Arterie auf die Mitte der äussern Fläche und verbreitet sich durch Abgabe weniger starker Seitenzweige, so dass der Modus ihrer Ausbreitung der dichotomischen Theilung nahe kommt. Letztere setzt sich nun innerhalb des Körpers fort und zwar in so regelmässig fortschreitender Weise, dass die Gefässe feinsten Kalibers sämmtlich nur an den entferntesten Punkten, also am Rande und an der oberen Fläche liegen, wo sie in Venen übergehen, die ebenso sich rückwärts sammeln.

Fig. 11.



Derselbe Körper kommt auch bei Catostomus commersonii und Tinca vor, scheint jedoch den meisten Cyprinoiden zu fehlen.

Der Befestigungsapparat der Linse des Karpfenauges, also das Homologon der Zonula Zinnii in gewissem Sinne, ist nur oben und unten ausgebildet und fehlt an der nasalen und temporalen Seite vollständig. Der obere Theil setzt sich an die Linse etwas vor dem Aequator an in einer Linie, die etwa den vierten Theil des Linsenumfanges einnimmt; gegen den Rand der Grenzhaut zu verbreitert er

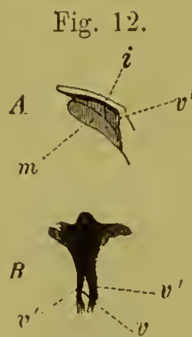
Fig. 11. Befestigungsapparat der Linse des Karpfenauges, zweimal vergrössert. m Muskel; do oberer Theil des Befestigungsapparates („Membrana quadrangularis“); ve′ und ve″ die beiden, durch den Muskel von einander getrennten Abschnitte des unteren Theiles des Befestigungsapparates („Membrana triangularis“); h Rand der Grenzhaut.

sich in derselben Weise wie beim Thunfische. Alles ist an dieser Haut so wie bei letzterem, nur ist dieselbe leicht gegen die nasale Seite hin verschoben, d. h. sie überschreitet hier die Mitte mehr wie temporal.

Der untere Theil des Befestigungsapparates, den man auch hier eine Membrana triangularis mit einigem Rechte nennen kann, schliesst den Muskel ein.

Letzteren würde man nicht richtig auffassen, wenn man ihn sogleich von vorn betrachten wollte, da eine eigenthümliche Art der Verbindung mit der Iris, die dann zerstört werden müsste, das Bild beeinflusst. Man sieht nämlich bei seitlicher Betrachtung, dass sich an der hinteren Fläche der Iris, am Pupillenrande fast schon beginnend und langsam gegen die Chorioides zu ansteigend, eine Leiste

Fig. 12.



erhebt, auf beiden Seiten schwarz pigmentirt wie die hintere Fläche der Iris selber. Diese Leiste schliesst eine Vene ein. Auf ihr ist der Muskel in seiner ganzen Länge befestigt, so dass nur eben das obere Ende frei bleibt. Er ist schlank und an seinem Ende angeschwollen. Muskel und Leiste zusammen stellen eine dreieckige Platte dar, welche in einem Einschnitte der Retina, der etwa den sechsten bis fünften Theil des Abstandes von der Mitte der Papille bis zum Irisrande beträgt, sich mit der Chorioides verbindet. Wendet man sich, nachdem man nun die Iris entfernt hat, der Vorderseite des Muskels zu, so sieht man zunächst als den Rest der Leiste, welche ja hat zerrissen werden müssen, einen schwarzen Streifen, der

---

Fig. 12. Linsenmuskel des Karpfens bei 4facher Vergrösserung, A von der Seite, i in Verbindung mit der Iris, m Muskel, i Iris, v′ Leiste; B von vorn, v Lumen eines Gefässes, wahrscheinlich einer Irisvene, v′ zwei auseinanderweichende, das Gefässlumen einfassende Platten der Leiste.

sich spaltet, um eine Gefässöffnung zu umfassen. Eine Irisvene tritt nämlich hier, wie es scheint, nach unten aus, um sich alsbald mit den beiden Venen des Glaskörpers zu vereinigen. Weiter oben dagegen liegt der Muskel frei. Alle Fasern des letzteren enthalten übrigens Haufen von Pigmentkörnchen, die sich sowohl von der nächsten Umgebung des Kernes, wie von den Enden fern halten, und zwischen ihnen ist ein zwar zartes, aber doch sehr widerstrebendes Gerüst vorhanden.

Hier lässt sich nun, was schon beim Thunfische so gut wie gewiss war, deutlich aussprechen: der Muskel ist morphologisch zur Zonula zu rechnen und nicht zum „Processus falciformis", denn einen solchen gibt es hier nicht.

Er ist ein Theil der Membrana triangularis, der er auch nach der Anordnung seiner Fasern, nach den Verbindungen seiner Scheide angehört. Der „sichelförmige Fortsatz" ist für den Linsenmuskel ganz gleichgültig, seine Arterie kann dieser auf andere Weise erhalten, und sein Nerv benutzt überdies immer nur auf eine kurze Strecke die Bahn oberhalb der Spalte.

Fig. 13.



Fig. 14.

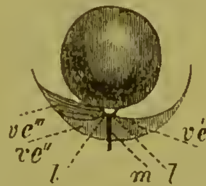
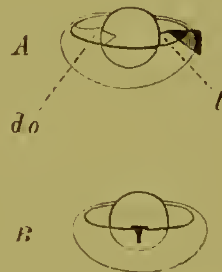


Fig. 15.



Um nichts zu versäumen, was für die Kenntniss dieser Theile von Wichtigkeit werden könnte, erwähne ich hier ein Verhalten,

---

Fig. 13. Schema, welches die Haut der Linsengrube (l), den Befestigungsapparat der Linse (ve und do) und ein zwischen beiden gelegenes problematisches Häutchen (x) darstellt, einem senkrechten, der Augenachse parallelen Schnitte entsprechend: vom Karpfen.

Fig. 14. Befestigungsapparat der Linse des Bleies (Abramis brama). m Muskel, ve' und ve'' „Membrana triangularis", ve''' aus Fasern bestehender Abschnitt derselben, l zwei von der Spitze der Muskels zur Linsenkapsel gehende Bändchen.

Fig. 15. Linse und Glaskörper eines Cyprinoiden A von der Seite, do „Membrana quadrangularis", l Bändchen von der Spitze des Muskels zur Linsenkapsel; B von unten.

welches mir freilich nicht klar geworden ist. Zwischen der Fläche nämlich, welche sich vom Glaskörperwalle continuirlich in die Linsengrube hineinzieht, und dem Befestigungsapparate lag ein Häutchen, welches oben von der Rückseite der Membrana quadrangularis, unten von dem Rande des Grenzsaumes ausging und in die Linsengrube hinabreichte. Hier war es streckenweise mit der Linse entweder verwachsen oder verklebt, setzte sich aber nicht weiter fort.

Weiter will ich bemerken, dass ich beim Blei, sowie bei manchen anderen Cyprinoiden die Membrana triangularis gar nicht selber an die Linsenkapsel heranreichend gefunden habe, sondern dass zwei kleine, aber feste Bändchen von der Spitze des Muskels an den Aequator der Linse traten. Die Membrana triangularis ist nahe am freien Saume z. Th. in dicke Fasern aufgelöst, die wie Stricke von dem Muskel an den Rand der Grenzhaut hin gespannt sind.

Hier ist schon der Muskel sehr verschmälert, und er ist fast strichförmig bei Catostomus und Tinca.

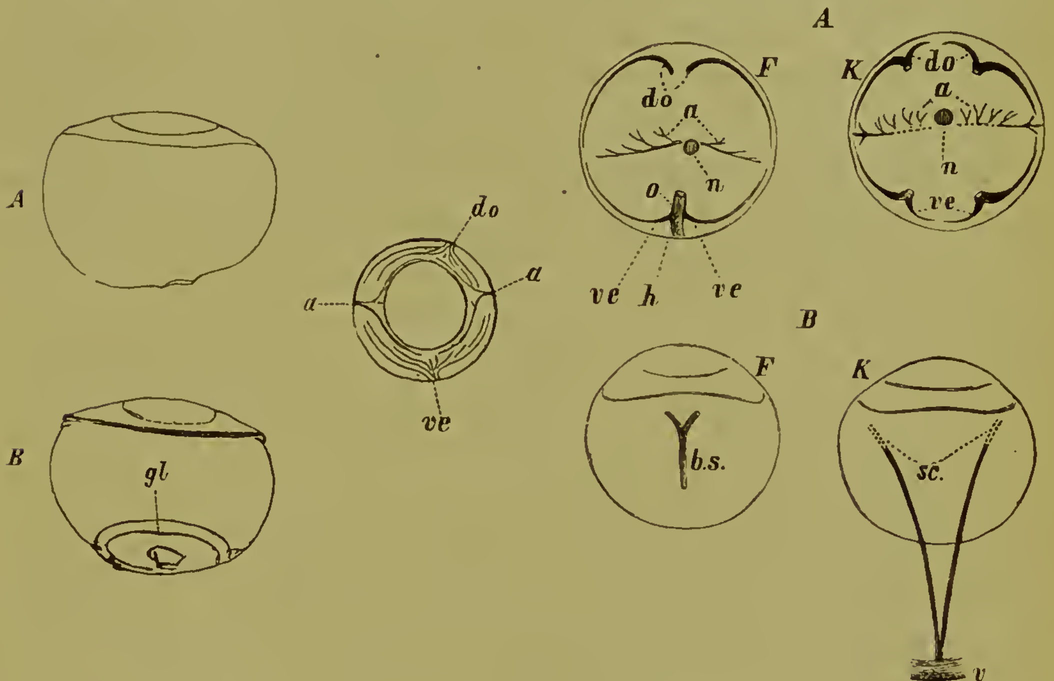
Er ist ferner sehr klein bei Knochenganoiden, Welsen, Aalen (bei Conger sogar fehlend, s. Fig. 10 d. Taf.), Batrachus tau; das sind alles Fische mit Glaskörpergefässen; freilich auch bei Gadoiden, denen solche fehlen. Dagegen ist er ziemlich gross beim Hecht und Salmoniden, sowie bei Pleuronectiden und Tautogolabrus, erreicht aber seine stärkste Ausbildung bei Stachelflossern.

Dorsch. Das Auge des Dorsches lässt gerade deswegen, weil es schön abgerundet ist, eine häufige Asymmetrie zwischen der nasalen und temporalen Seite erkennen, nämlich ein stärkeres Vortreten der ersteren neben dem Sehnerven. Das ist die direkte Folge der Schiefstellung der „Chorioidealdrüse“ und dies wiederum die Folge des excentrischen Sehnerveneintrittes (Fig. 16).

Wie der ganze Fisch etwas Weichliches hat, so auch sein Auge. Und das beruht auf einer sehr zarten Beschaffenheit des Bindegewebes. Die Zwischenräume zwischen den Gefässen der Chorioides sind nur mit einem zarten Gewebe erfüllt, welches man auspinseln kann, und es wäre hier ein sehr günstiges Objekt, um den Gefässverlauf in dieser Haut genauer zu verfolgen. In demselben herrscht eine bemerkbare Asymmetrie zwischen der nasalen und temporalen Seite.

Eine andere Gefässanordnung kann man noch leichter sehen, nämlich die auf der Rückseite des vorderen Blattes der Iris. Man

bemerkt, dass eine untere und eine obere Vene, von denen die letztere etwas nach der Seite verschoben ist, die Gefässe aus einem überaus dichten Geflechte sammeln, während eine nasale und eine temporale Arterie eintreten und sich in je zwei dicht am Pupillarrande verlaufende Aeste spalten. Ausserdem gibt es aber auch an der Vorderseite des vorderen Blattes der Iris eine gefässführende Haut, welche



sich im Zusammenhange ablösen lässt, aber nicht entfernt so dichte Netze trägt.

Unter den erstgenannten Gefässen zeigen die Venen eine so grosse Uebereinstimmung mit uns bekannten Formen, dass ich nicht daran

---

Fig. 16. Das Auge des Dorsches in natürlicher Grösse von oben A mit, B ohne Sclera, gl „Chorioidealdrüse“.

Fig. 17. Regenbogenhaut des Dorsches in natürlicher Grösse von der Rückseite nach Entfernung der hinteren (Pigment-) Lage; do obere, ve untere Vene, a Arterien.

Fig. 18. Schematische Darstellung der Venen der Chorioides des Frosches (F) und des Kaninchens K, A bei der Betrachtung vom Pole her, do Venen in der oberen, ve in der unteren Hälfte der Chorioides, h Vena hyaloidea (beim Frosche), o Vena ophthalmica (beim Frosche), a Arterien, n Nervus opticus, B bei der Betrachtung von oben, b. s. Vena bulbi superior (beim Frosche), sc. innerhalb der Sclera gelegene Abschnitte der beiden Venae vorticosae (beim Kaninchen), v Augenhöhlenvene (beim Kaninchen).

zweifle, dass dies dieselben Venen seien, welche man bei anderen Wirbelthieren in der Chorioides trifft, beim Frosche unmittelbar am Ciliarrande, beim Kaninchen nicht weit davon und beim Menschen am Aequator. In gleichem Verhältnisse mit dem Abstande von der Iris steht bei diesen Gefässen die Zerspaltung in Unterabtheilungen. Die obere Vene*) vereinigt sich beim Frosche erst ausserhalb der Sclera aus ihren beiden Hälften, der nasalen und temporalen. (Die untere ist nicht charakteristisch wegen der Verbindung mit der Vena hyaloidea.) Beim Kaninchen**) sind durch weiteres Auseinanderrücken oben und unten je zwei Venae vorticosae entstanden, welche noch sehr wohl in ihrer Anordnung den Typus erkennen lassen, obwohl in der Mitte Spaltstücke eingeschoben sind. Und endlich beim Menschen kann die Zertheilung bis zu einer Isolirung innerhalb der Vortices und einer Verwischung des Typus weiterschreiten.

Ich muss an dieser Stelle noch auf eine andere Frage allgemeiner Natur Rücksicht nehmen. Man ist immer von Neuem geneigt, die Verengerung der Pupille auf eine Schwellung der Iris durch Füllung ihrer Gefässe zurückzuführen und dementsprechend nach anatomischen Einrichtungen in den letzteren zu suchen, die darauf Bezug haben könnten. Solche sind von Faber für die Eidechse und für Fische angegeben worden***). Ich habe schon einmal auf erstere Bezug genommen†), und ich muss mich für beide dahin aussprechen, dass hier nicht anatomische Beobachtungen vorliegen, die zur Grundlage einer physiologischen Theorie gemacht werden können, sondern dass umgekehrt die letztere die Deutung der ersteren bestimmt habe.

Fig. 19.

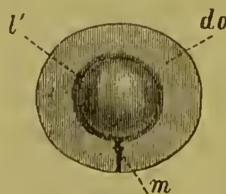


Fig. 19. Befestigungsapparat der Linse des Dorschauges in natürlicher Grösse; m Muskel, do dickerer Abschnitt der Zonula an der oberen Seite, l' durch die Zonula durchschimmernder Aequator der Linse.

*) Zeitschr. f. wiss. Zool. XXXV. Bd. 1881. S. 257.

**) Verhandl. d. phys.-med. Ges. z. Würzburg. N. F. XVI. Bd. 1881.

***) Faber, Der Bau der Iris. Leipzig 1876. S. 73 u. 77.

†) Zeitschr. f. wiss. Zool. XXXV. Bd. S. 269.

Der Befestigungsapparat der Linse des Dorschauges setzt sich ringsum an die Linse an und zwar vor dem Aequator, aber ich habe andere Exemplare getroffen, an denen die ganze untere Hälfte davon frei war. Gerade das hat mich bestimmt, sehr vorsichtig zu sein, denn das Zurücksinken der Linse, die Einkrümmung des Netzhautrandes sind Faktoren, stark genug, um zarte Verbindungen zu zerreissen. Jedenfalls aber ist die Zonula, denn so kann man es ja in diesem Falle nennen, in der dorsalen Hälfte, vor allem soweit sie daselbst mit der Linsenkapsel zusammenhängt, derber und dicker. Der Muskel ist ohne Verbindung mit der Iris, schlank, asymmetrisch, von schwer zu beschreibender Gestalt, etwa so wie ein schwach gebogener Stockknopf, die Kapsel auf beiden Seiten durchbrochen, die Muskelfasern schräg.

Fig. 20.



Der sichelförmige Fortsatz ist niedrig und, so wie der Muskel, pigmentfrei. Der Nerv tritt ebenso ein, wie bei den oben genannten Fischen. Die Arterie gibt sowohl einen dorsalen Anhang ab, wie zahlreiche Gefässe gegen die Spalte; und aus dieser starren in den „Fortsatz“ selbst Fasern empor, dem groben Aussehen nach den Fasern des Muskels selber gleich.

Barsch. Eben solche Fasern, aber zu einem platten Kegel oder Dreieck vereinigt, stehen in der Netzhautspalte des Barsches, nicht weit vom Eintritt der Arterie. Diese erhebt sich nur soweit, um über diesen Vorsprung, dem sie einige Capillaren zusendet, hinwegzukommen und läuft im Uebrigen unmittelbar über der Netzhaut hin, fast unverzweigt. Auch von der Papille nach oben geht nur ein einziges feines Gefäss ab, welches sich einmal theilt, also zwei Schlingen macht, die alsbald umkehren. Pigment trifft man an diesen Theilen nicht.

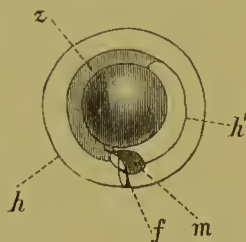
Unpigmentirt und schwach war auch der Fortsatz und sein Anhang bei den übrigen früher genannten Stachelflossern; Unterschiede im Einzelnen zu verfolgen, dazu war das Material nicht gut genug.

Fig. 20. Linsenmuskel des Dorsches, $5^1/_2$ mal vergrössert.

Der Linsenmuskel des Barsches stellt auch ein Dreieck dar, aber ganz abweichend von dem des Lachses. Die Seite, welche in der Verlängerung des Processus falciformis liegt, biegt sich stark auf die Seite, und es ist der an sie angrenzende obere spitze Winkel, welcher sich durch einen festeren Theil mit der Linsenkapsel verbindet. Der Befestigungsapparat, wenn er genau so ist, wie ich ihn beim Präpariren gefunden habe, ist nur oben und an einer Seite vorhanden, oben gleichfalls verdickt. Mit der Iris ist der Muskel nicht verbunden. Die Arterie tritt an seine hintere Seite und spaltet sich zunächst in zwei Aeste.

Die Stachelflosser sind es offenbar, welche das beste Material für die Untersuchung der Frage nach der Akkommodation der Fische

Fig. 21.



versprechen, nicht nur, weil z. Th. sie selbst und ihre Augen gross sind, sondern weil gerade bei ihnen der Muskel kräftig entwickelt ist. Derselbe stellt auch in anderen Fällen noch, ausser beim Barsch, eine dreieckige Platte dar, zuweilen nimmt er dadurch, dass er an der nasalen und temporalen Seite ausgezogen ist, die Gestalt einer Krücke an; es gibt jedoch auch hier Fälle sehr schwacher Entwicklung. Indessen ich will nicht auf Grund des mir vorliegenden Materiales Angaben darüber machen. Für solche Studien liegt bereits eine wertvolle Grundlage vor*).

Ueber die Wirkung dieses Apparates weiss ich nicht mehr zu sagen, als jeder, der meine Beschreibungen und Abbildungen berücksichtigt, und ich will mich nicht auf Spekulationen einlassen, die doch erst durch physiologische Versuche aus dem Bereiche des Unbestimmten und Subjektiven gerettet werden können.

Fig. 21. Befestigungsapparat der Linse des Barsches: m Muskel, f „Processus falciformis", z durchsichtige Haut, h Glaskörper, h' Rand der Grenzhaut.

*) Leydig, Beiträge zur mikroskopischen Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Rochen und Haie. Leipzig 1852. S. 26 bis 29.

Auch über den histologischen Wert der im Voranstehenden enthaltenen Dinge will ich mich sehr kurz fassen. Jedenfalls steckt im Fischauge ein Material, welches für die oben besprochenen Fragen von grossem Werte ist. Denn man kann doch wohl nicht anders, als diese Membranen und Platten, welche an die Linse herantreten, als Differenzirungen des Glaskörpers selber anzusehen. Und da hat man in Theilen von so erheblicher Dicke und Festigkeit sehr greifbare Objekte. Ob die Festigkeit nur ein Produkt der Dicke, oder ob an ihr eine andere Substanz betheiligt sei, das ist wieder eine Frage, welche durch die Morphologie allein nicht gelöst werden kann; wenn auch angesichts der bedeutenden Widerstandskraft der zarten Häutchen des Ochsenglaskörpers das erstere nichts Auffälliges haben würde. Man hat hier ferner Fasern, die nicht erst durch schwierige Untersuchungen bewiesen werden müssten und in Glaskörpersubstanz resp. in Häuten des Glaskörpers eingeschlossen wären, die vielmehr frei zwischen der Oberfläche des Glaskörpers und der Iris liegen und durch Anheftung und Richtung für den ersten Blick ihre mechanische Bedeutung verrathen. Man hat ferner Zellen, die zwischen den festen Theilen ganz ebenso liegen, wie Zellen im Knorpel, ohne dass man bis jetzt von einem Aufgehen derselben in die festen Theile irgend etwas wüsste; Zellen, die morphologisch ebenso „indifferent“ sind wie die im Glaskörper der Embryonen der glatten Natter und der Säugethiere, welche freilich bis jetzt durch Zeichen der Gestaltveränderlichkeit abweichend auffallen. Und wenn man nun zu diesen Zellen, die der Gestalt nach indifferent, aber dem Orte nach sehr different sind, die oben besprochenen hinzunimmt, die sich in gewissem Sinne umgekehrt verhalten, so hat man eine so grosse Reihe wohl charakterisirter Thatsachen, dass man hoffen darf, über die Bildung und Ernährung in diesen Theilen weitere Aufschlüsse zu erlangen. Und das muss auch für die allgemeine Glaskörperfrage Bedeutung haben.

Tafelerklärung.

Fig. 1. Querschnitt durch den Glaskörperkanal eines Embryo der glatten Natter, 380 Mal vergrössert, mit Hülfe der Camera gezeichnet.

e Wand des Kanales.

e′ Nebenkanal oder Seitenspross.

v Oeffnungen, die wahrscheinlich Gefässen entsprechen.

v′ Gefäss des Seitenssprosses.

a Zelle, welche der Aussenseite der Wand des Kanales anliegt.

b Zelle im Glaskörper.

Fig. 2. Zellen aus dem vorderen Theile des Glaskörpers eines 8 Cm. langen Rindsembryo (Scheitel-Steiss) nach mehrtägiger Einwirkung von Müller'scher Flüssigkeit. Leitz VII, 1.

A vielgestaltige Zellen.

a eine solche mit Blase.

B platte blasse Zelle.

C spindel- oder faserförmige Zelle.

Fig. 3. Zellen und Kerne von der Oberfläche des Glaskörpers beim Karpfen nach einem mit Müller'scher Flüssigkeit behandelten und mit Carmin gefärbten Präparate. Leitz VII, 1.

a kleine mit Carmin stark gefärbte,

b grosse blasse Kerne.

c verästelte Figur, welche einen Kern einschliesst.

d zwei Zellen aus der Lymphscheide (?) und eine verästelte Figur.

Fig. 4. Blasses Netz von der Oberfläche des Glaskörpers des Seeaales bei 300facher Vergrösserung, nach einer von Herrn Dr. Ph. Stöhr mit Hülfe der Kamera angefertigten Zeichnung. Müller'sche Flüssigkeit; Hämatoxylin.

v Kapillares Blutgefäss,

v′ Zug des Netzes, welcher durch einen Zwischenraum von der Gefässwand getrennt ist,

n kernähnliches Gebilde in einer Anschwellung des Netzes.

Fig. 5. Zellen von der Oberfläche des Glaskörpers von Rhombus maximus, nach Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit mit Hämatoxylin gefärbt. Leitz VII, 1.

a einzelne Zelle,

b Gruppe von zwei,

c von drei Zellen,

d zwei durch ein Strang verbundene Gruppen,

e ebenso, mit spindelförmigem Kern in dem Strange,

f Blutkörperchen.

Fig. 6. Stück eines kapillaren Blutgefässes von Rhombus maximus, 300 mal vergrössert, nach einer von Herrn Stöhr mit Hülfe der Kamera ausgeführten Zeichnung. Müller'sche Flüssigkeit.

v Wand des Gefässes,
v' spaltförmiger freier Raum,
e kubisches Epithel.

Fig. 7. Zellen von der Oberfläche des Glaskörpers beim Stör. Müller'sche Flüssigkeit. Leitz VII, 1.

Fig. 8. Zellen aus dem Innern des Glaskörpers von einem Embryo der glatten Natter. Aus Schnittpräparaten. Leitz VII, 1.

a. Zelle, um deren Kern eine Masse liegt, welche sich weniger als der Kern, mehr als der Zellenleib gefärbt hat

Fig. 9. Faser aus dem Linsenmuskel des Karpfens nach längerer Einwirkung von dünner Chromsäure durch Zupfen isolirt, bei 380 facher Vergrösserung. Mit Hülfe der Camera gezeichnet.

Fig. 10. Theil eines aus Fasern oder Häuten bestehenden Gerüstes, welches beim Seeaal den Linsenmuskel zu vertreten scheint, nach einer von Herrn Stöhr mit Hülfe der Camera angefertigten Zeichnung. 300 fach vergrössert. Müller'sche Flüssigkeit.

Druckfehler-Berichtigungen.

S. 14 siebente Zeile von unten lies Dazu statt Dazn.
S. 16 achte Zeile von oben lies platten statt glatten.
S. 23 dritte Zeile von oben ergänze hinter und: deren Theile wieder näher als Kapsel- und

Gedruckt bei L. Schumacher in Berlin.

